leggi Fare Elettronica su IE cloud
www.ie-cloud.it

fare elettronica
n. 343 - Marzo 2014

sai tutto sul WiFi?

progetti

TERMOMETRO ACUSTICO

Fare Elettronica n.343 – Marzo 2014

Sommario

Sistema di monitoraggio batterie
(prima parte) pag. 3
Il controllo e la manutenzione delle batterie usate nei nostri impianti energetici è essenziale in una prospettiva di risparmio economico e di rispetto ambientale. Questa condizione è ancora più attuale adesso, in un momento in cui i sistemi alternativi di generazione d'energia sono disponibili per il piccolo e medio utente.

Interfacciamento sensore DHT11 con PIC18F45K22 *pag. 24*
Nelle applicazioni che richiedono la rilevazione di parametri ambientali, quali temperatura e umidità relativa fare uso di sensori intelligenti semplifica notevolmente il progetto del sistema.

Il Termometro acustico, tra la fisica e l'elettronica *pag. 33*
Dopo dimensione e peso, la grandezza certamente più misurata è la temperatura. Oggi la tecnica offre degli strumenti assai sofisticati e precisi, che non lasciano più spazio all'errore. Tuttavia, in ambienti estremamente ostili, i sensori tradizionali presentano dei limiti e si deve optare per tecniche di misura alternative. In questo articolo vediamo come.

Monitoraggio della pressione dei pneumatici *pag. 42*
Il pneumatico è l'elemento che viene montato sulle ruote e che permette l'aderenza del veicolo sulla strada. Per questo motivo è fondamentale che sia monitorata costantemente la sua pressione al fine di prevedere eventuali perdite di aderenza. Ecco dunque come implementare un sistema TPMS.

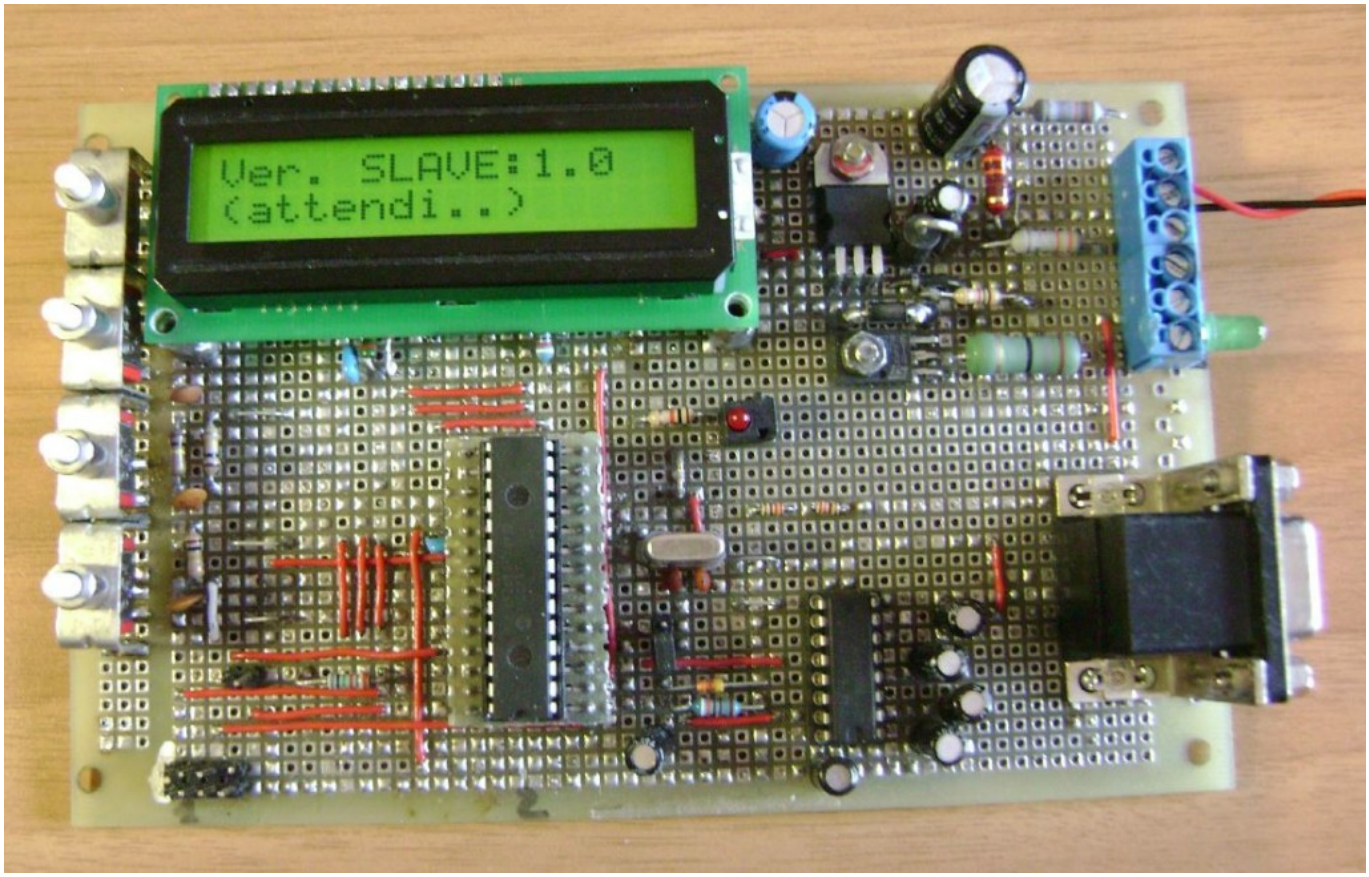
Conosci tutto sul WiFi? *Pag. 49*
Come e' stata pensata e sviluppata la tecnologia Wi-Fi? Quali sono le soluzioni tecnologiche che permettono la trasmissione a distanza di grandi flussi di dati in un etere sempre più sovraccarico di utilizzatori?

Monitoraggio di tensione *pag. 59*
Semplice e versatile IC per il monitoraggio della tensione di alimentazione in circuiti con architettura a microprocessore e non solo.

NEWS *pag. 63*
Modulo controllore di rete Wi-Fi compatto operante in dual mode
Il laboratorio del led lighting
Convertitore buck da 76V e 1A

Sistema di monitoraggio batterie (prima parte)

By Grazia Ancona | Fare Elettronica 343 - Marzo 2014



Il controllo e la manutenzione delle batterie usate nei nostri impianti energetici è essenziale in una prospettiva di risparmio economico e di rispetto ambientale. Questa condizione è ancora più attuale adesso, in un momento in cui i sistemi alternativi di generazione d'energia sono disponibili per il piccolo e medio utente.

Energia da fonti alternative nelle case private

L'uso di fonti energetiche rinnovabili (costituite principalmente da vento e sole) è ormai arrivato alla portata del comune cittadino. Solo 20 anni addietro tale prerogativa sarebbe stata impensabile! Sebbene, come spesso accade, si poteva benissimo intuire che questo aspetto avrebbe costituito una delle tendenze principali del mercato energetico negli anni a venire. La tecnologia e gli incentivi statali sono stati gli elementi trainanti di questo processo che – è mia opinione – non sarebbe avvenuto se solo uno dei due fosse venuto meno. Premetto: lo scopo di queste pagine non è quello di analizzare un impianto elettrico casalingo che usa generatori locali a fonte rinnovabile. Tuttavia, per andare avanti nel nostro discorso, sarà opportuno fornire una visione d'insieme. Osservando la figura 1, possiamo trovare gli elementi principali e le connessioni di un impianto standard.

Figura 1: Impianto domestico semplificato con generatori a fonte rinnovabile

Sempre osservando la figura 1, si può notare come i vettori che rappresentano le connessioni dell'impianto siano di 2 colori: rosso e verde. Il colore rosso, in particolare, indica che il flusso di energia elettrica destinato ai vari consumi (utenze, ricarica batterie, ecc.) è fornito dal gestore. Naturalmente il colore verde indicherà l'energia prodotta o fornita, dal nostro sistema, al gestore stesso. Infatti, sebbene non sia ancora del tutto noto ai non "addetti ai lavori", è possibile, con particolari contratti, rivendere energia all'ente fornitore ed usufruire in tal modo di sensibili sgravi sui consumi ordinari. Tale prerogativa, è evidente, può concretizzarsi solo se nella nostra abitazione possiamo disporre di opportuni generatori attivi. Nella nostra schematizzazione, questi elementi sono costituiti da una turbina eolica ed un pannello solare. Di solito questi due dispositivi non sono entrambi presenti ma, nella nostra esemplificazione, abbiamo deciso di soprassedere a questa limitazione. Il "cuore" di tutto il complesso è costituito da un convertitore DC/AC e questo per due motivi:

- Le varie utenze possono essere alimentate solo con corrente a 220 VAC 50 Hz
- L'energia rivenduta al gestore deve necessariamente essere dello stesso tipo di quella fornita, ovvero 220 VAC.

A fronte di ciò occorre considerare che sia il pannello fotovoltaico e (sebbene in misura minore) il generatore eolico forniscono energia elettrica avente parametri tali da non poter essere immessa direttamente nell'impianto. A queste limitazioni, essenzialmente tecnologiche, si affiancano altre ragioni che derivano essenzialmente dalla… Natura! Infatti, il sole può esserci al massimo per 8-10 ore ed il vento, se proprio non abitiamo in zone particolarmente favorevoli, anche meno. Ne consegue una forte discontinuità nella generazione dell' energia rinnovabile. A questo problema dobbiamo affiancarne un altro: le cadute di energia della rete elettrica esterna. Questo aspetto diventa particolarmente gravoso se abbiamo allacciati alla rete macchinari (pompe, frigoriferi, ecc.) o elettromedicali che devono comunque funzionare sempre, in ogni circostanza. Occorre quindi immagazzinare energia elettrica nei momenti migliori per poi disporne quando sarà necessario.

La batteria, questa sconosciuta

Da circa 250 anni, il sistema per immagazzinare energia elettrica più comune ha un nome: batteria. Intendiamoci, non è il solo. E' soltanto il più usato ed il più economico, tutto qui. Il titolo di questo paragrafo, forse un pochino esagerato, è invece indicativo di una certa situazione informativa che circonda questo importante componente. In effetti, nella mia modesta carriera di elettronica dilettante (ormai quasi ventennale…), posso affermare che non vi sono altri componenti che, come le batterie, subiscono leggende e falsi miti. Dipenderà dal fatto che tutti noi, volenti o nolenti, elettronici o meno, siamo "consumatori" di batterie? Non lo so ma, di fatto, è così. Visto che il dispositivo presentato in questo articolo ha lo scopo di misurare la performance per l'appunto delle

batterie, sarà opportuno chiarire alcuni aspetti tecnico-pratici di questo insostituibile elemento. Intanto cominciamo con il dire che ne esistono tipi diversi, con prerogative spesso alquanto dissimili. Noi concentreremo il discorso su un solo tipo ma, per capire meglio il tutto, sarà necessaria una breve introduzione di carattere generale. Occorre fare una precisazione: le batterie comunemente definite si dividono in due categorie: ricaricabili (anche definite come accumulatori) e non ricaricabili (definite anche con il vocabolo improprio di "pile"). Alla base del funzionamento di entrambe vi è un processo chimico di ossidazione-riduzione che, nel caso degli accumulatori è reversibile. Nel caso delle pile ordinarie, il processo chimico, una volta esaurito, causa inevitabilmente la morte della pila stessa che, ahimé, da questo momento in poi sarà solo da eliminare (con un tangibile insulto ambientale poiché spesso contiene metalli pesanti). Adesso stringiamo ulteriormente il nostro campo d'indagine e cominciamo con l'occuparci soltanto delle batterie ricaricabili, ovvero degli accumulatori. Questi ultimi sono sempre costituiti da 3 elementi, non importa quale ne sia la tecnologia costruttiva:

- Un elettrodo positivo, detto anche catodo, che chimicamente ha il ruolo di ossidante.
- Un elettrodo negativo, detto anche anodo, che svolge la funzione riducente.
- Un elemento elettrolitico frapposto fra i due elettrodi. Questi può essere solido o liquido e deve avere la prerogativa di condurre ioni e cariche elettriche fra i due elettrodi. Generalmente si tratta di una sostanza alcalina o acida.

In figura 2 troviamo schematizzato il processo elettro-chimico che è alla base del funzionamento degli accumulatori durante la fase di scarica. Ovvero quando l'energia chimica è trasformata in un flusso continuo di elettroni che noi , per semplicità, chiamiamo corrente elettrica.

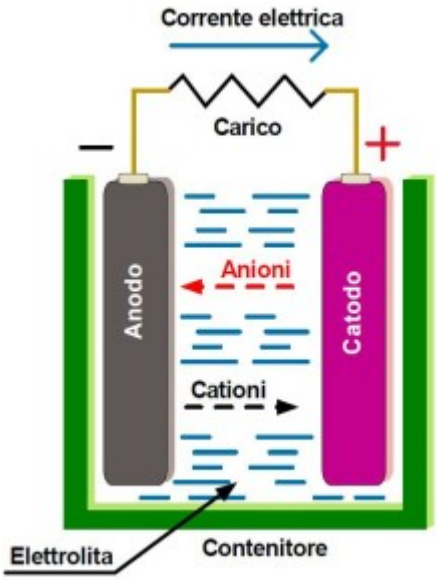


Figura 2: Chimica dell'accumulatore in fase di scarica

Una volta terminato il processo di ossidazione-riduzione l'accumulatore potrà essere ricaricato da un generatore esterno. In questo caso il processo si invertirà ed, insieme ad esso, il flusso della corrente. Anche la funzionalità degli elettrodi è scambiata, in particolare l'elettrodo positivo (catodo) si comporta adesso come chimicamente riducente (vedi figura 3).

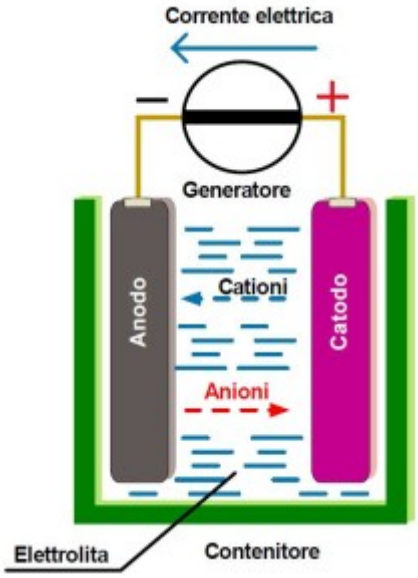


Figura 3: Chimica dell'accumulatore nella fase di ricarica

Un processo completo di scarica seguito da una ricarica totale è definito comunemente "ciclo". Naturalmente, come tutte le cose di questo mondo, il numero dei cicli possibili di un accumulatore non è infinito e dipende da alcuni fattori e dalla tipologia della batteria. Alcune tecnologie, con aggravi di costi e peso complessivo, permettono di estendere il numero dei cicli e, questo tipo di batterie, vengono definite per l'appunto "ad uso ciclico". Tanto per avere un'idea di ciò di cui stiamo parlando, una normale batteria d'avviamento per autoveicolo civile, al momento dell'uscita dalla fabbrica, ha un numero di cicli limitato da 3 a 6 (a seconda della marca e del costo). Dall'altro opposto possono collocarsi le batterie per i telefoni cellulari che, com'è noto, possono essere sottoposte a cicli di carica-scarica in numero decisamente maggiore (anche 350 volte). Ne consegue che le normali batterie per uso automobilistico non possono essere scaricate completamente se non in casi eccezionali. Questo tipo di batterie è anche definito "di spunto" in quanto devono fornire, per pochi secondi, elevate correnti (avviamento motore) e poi, durante il funzionamento normale, operare quasi sempre in fase di ricarica controllata. Anche le comuni batterie previste per gli impianti d'allarme non possono sopportare troppi cicli di carica-scarica. In questo caso, dato che non sono mai richieste elevate correnti, si parlerà di batterie ad uso "tampone". La parola stessa ne definisce il ruolo: sopperire per brevi periodi alla mancanza di energia elettrica, insomma "tamponare" la situazione! Queste nozioni, essenzialmente pratiche, possono introdurci a considerare gli accumulatori di corrente elettrica secondo la loro tecnologia e caratteristiche elettriche. Cominciamo da queste ultime.

Parametri elettrici principali di un accumulatore

Intanto occorre fare una precisazione che la maggior parte dei lettori troverà forse superflua (se non addirittura irritante…): la maggior parte delle batterie che usiamo sono una serie di singoli elementi (in inglese "cell"). Questo perché, solitamente, ogni elemento ha una tensione ai capi insufficiente per la maggior parte delle applicazioni. Così torna comodo disporre di una serie che ha il vantaggio di offrire, per ogni elemento, la stessa corrente di carica e scarica. A volte la serie è integrata in un unico contenitore (è il caso delle batterie per autoveicoli, cellulari, ecc.) mentre altre volte siamo noi a comporla inserendo più elementi sciolti che poi saranno posti in serie a mezzo di collegamenti presenti nel dispositivo (è il caso del telecomando, della torcia elettrica, ecc.). Più raro il collegamento in parallelo poiché leggere differenze della tensione dei singoli elementi

PESCARA 2014 primavera

NUOVA SEDE

CENTRO "IBISCO" Via Lungofino, 187
CITTA' SANT'ANGELO (PE)

IBISCO

11ª FIERA MERCATO DELL'ELETTRONICA

PROTEZIONE CIVILE

ARI COMUNICAZIONI

RADIOAMATORE
COMPUTER
INTERNET
TELEFONIA
ANTENNE
TV SAT
EDITORIA

12 - 13 APRILE 2014

SABATO 9:15 - 19:00 / DOMENICA 9:00 - 19:00

AMPIO PARCHEGGIO e SERVIZIO NAVETTA GRATUITI

RISTORANTE - SELF SERVICE

con il patrocinio di:

Comune di Città Sant'Angelo

Provincia di Pescara

Sezioni ARI di Chieti e Pescara

Segreteria Organizzativa: Via Siena, 22 - 65122 PESCARA

Info: +39 333 3375487

e-mail: e.pescarafiere@virgilio.it

ideazione: i6DQD - realizzazione grafica: IZ6BMP

porterebbero a dissipare energia elettrica a vuoto. Il primo dato che ci viene naturale valutare quando parliamo di batterie è la loro tensione. Tuttavia esprimere un valore in assoluto non è esaustivo per il nostro grado di approfondimento ed è quindi necessario dettagliare. Distingueremo quindi fra:

- **Tensione di targa**: il valore di tensione stampigliato sull'involucro della batteria/elemento.
- **Tensione nominale**: il valore teorico del singolo elemento moltiplicato per il numero costituente la serie (varia secondo la tecnologia costruttiva usata). In caso di singoli elementi il valore è relativo all'elemento stesso (alla temperatura di 20 gradi).
- **Tensione a vuoto**: detta anche tensione senza carico (open-circuit voltage in inglese). E' la tensione a batteria efficiente senza alcun carico applicato e, di norma, è leggermente superiore alla tensione nominale.
- **Tensione sotto carico**: è il valore di tensione ai capi della batteria completamente efficiente quando viene applicato un carico pari ad almeno un 50% della sua capacità massima. In inglese closed-circuit voltage.
- **Tensione media**: ovvero la tensione misurata sotto carico nel punto centrale della fase di scarica.
- **Tensione finale**: detta anche di cut-off. Corrisponde alla tensione rilevata alla fine del processo di scarica. Da questo punto in poi la batteria può considerarsi inutilizzabile.
- **Tensione di ricarica**: è un parametro utilizzato solo per alcune tipologie di batterie che vanno caricate a tensione costante. Esso stabilisce il valore massimo applicabile di tensione durante la fase di carica. Di solito è superiore di un 10 – 15% alla tensione a vuoto.

Una volta definito il glossario per i vari tipi di tensione, sarà interessante osservare una curva di scarica generica. Essa è visualizzabile in figura 4.

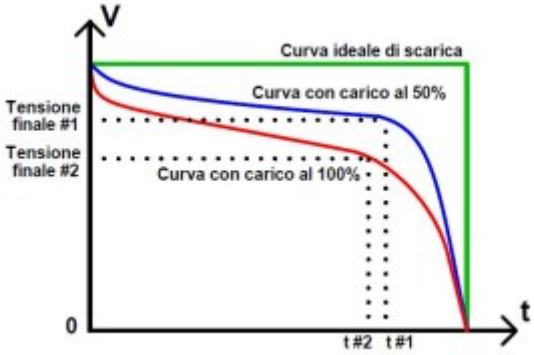


Figura 4: Curva di scarica generica per un accumulatore

La curva di scarica è ottenuta caricando una batteria al 100% della sua efficienza con un carico resistivo di valore costante e rilevando (a temperatura esterna sempre costante) tutti i valori di tensione nel tempo. E questo fino alla sua scarica completa. Logica vorrebbe che un comportamento ideale fosse simile a quello mostrato con colore verde nella figura 4. In realtà, come sempre, le cose sono un pochino più complesse e ci troveremo nelle condizioni mostrate dalle curve di colore rosso e blu, abbastanza difformi dal modello ideale! Come se non bastasse, la curva di colore rosso, ottenuta con carico pari al 100% della capacità della batteria è ancora più lontana dal modello ideale rispetto all'altra di colore blu. Quest'ultima è stata ottenuta prelevando dalla batteria appena il 50% della sua capacità massima. Un occhio esperto direbbe che i comportamenti reali sono "affetti" da una componente resistiva non lineare e non avrebbe torto, come vedremo meglio in seguito. Osservando

l'andamento della curva, possiamo tranquillamente dedurre che l'aumento del carico influisce in modo peggiorativo anche sui tempi necessari per raggiungere la tensione finale. Occorre comunque fare una precisazione di carattere generale: la rispondenza più o meno simile ad un comportamento ideale risente della tecnologia in cui la stessa batteria è costruita. Naturalmente altri fattori concorrono: l'invecchiamento, le modalità di ricarica ed il tipo d'impiego (a carico costante, a carico variabile, in tampone, ecc.). Un altro parametro importante che caratterizza un accumulatore è la sua capacità oraria di erogazione corrente. Vediamo di capire meglio di cosa si tratta. Osservando i dati di targa di un accumulatore, oltre alla sua tensione nominale, abbiamo sicuramente visto un altro valore numerico, espresso in A/h (ampere per ora). Esso viene definito come la capacità di una batteria e spesso è anche indicato, nella letteratura tecnica, con la lettera "C". Ad esempio, se il nostro accumulatore ha una capacità di 10 A/h non vuol dire (come molti pensano…) che, nell'ambito di un'ora, potrà erogare una corrente di 10 A. Una situazione di questo tipo porterebbe, in breve, alla dipartita dell'accumulatore stesso. In realtà questo parametro va "diluito" su un arco temporale maggiore, di solito 10 ore (ma in Giappone ed in America del nord di solito sono 8 mentre, in taluni casi, viene considerato un tempo di ben 20 ore per le batterie al piombo-acido). Quindi, tanto per fare un esempio, un accumulatore da 50 A/h potrà erogare 5 A per 10 ore ma non 50 A per una singola ora. Se caricato in tal modo esso potrà al massimo funzionare per 10 – 15 minuti. Allo scadere di questo tempo, la tensione ai suoi capi sarà pari a quella finale o giù di lì. Tanto per fare un esempio, un accumulatore da 6 A/h potrà fornire:

- 6 A in 10- 15 minuti circa (dato di targa, non consigliabile l'applicazione!)
- 600 mA in 10 ore
- 300 mA in 20 ore
- 120 mA in 2 giorni e 2 ore

A questo punto sarebbe intuitivo pensare che lo stesso accumulatore dell'esempio potrebbe, a rigor di logica, fornire anche 12 A in 30 minuti ma, come sempre, le cose sono un pochino più complesse. In effetti alcune tecnologie di batterie sopportano bene correnti eccedenti la loro capacità oraria. Per altre invece non è così e, in questi casi, si deve ritenere la capacità oraria come valore di corrente erogato non superabile, se non per tempi brevissimi. Parliamo ora dell'efficienza di una batteria, un dato che purtroppo non è mai divulgato abbastanza dai costruttori. Torniamo all'esempio precedente, ovvero quello di una batteria da 6 A/h. L'erogazione di energia di questo accumulatore campione, che si misura sempre in W/h (Watt per ora) corrisponderebbe, nel caso di una tensione nominale di 12 V, a 72 W/h. Supponiamo ora di scaricare completamente questo ipotetico accumulatore, ovvero di aver raggiunto e superato la sua tensione finale. Per un noto principio di fisica, l'energia necessaria per la sua ricarica dovrà essere almeno pari a quella da lui fornita. Ovvero dovremmo caricarlo con una corrente che, lungi dall'essere la sua C (6 A/h), dovrà esserne una frazione, ad esempio un decimo. Si dice in questo caso che l'accumulatore è ricaricato a C/10 (un decimo della sua capacità oraria). Attenzione, stiamo definendo un altro concetto "universale" per tutti i tipi di batterie: la ricarica deve sempre avvenire con una corrente inferiore alla capacità oraria di targa. E questo per ragioni chimico-elettrolitiche che non staremo a spiegare in queste pagine. Tornando al nostro esempio, i 72 W erogati in un'ora possono "rientrare" nella batteria solo con una corrente pari, ad esempio, a 1/10 della sua capacità oraria nominale, ovvero 600 mA. A questo punto, sempre considerando un rendimento di ricarica teorico pari al 100%, occorrerà un tempo 10 volte maggiore per riportare la batteria al suo massimo grado di efficienza. Ovvero, la nostra unità dovrà rimanere in carica per 600 minuti. Proviamo ora a tabellare questo concetto, variando ogni volta la corrente di ricarica e trovando il tempo corrispondente:

- Ricarica con C/5: 300 minuti

- Ricarica con C/10: 600 minuti
- Ricarica con C/20: 1200 minuti

Naturalmente un rendimento teorico del 100% è del tutto improbabile poiché, anche i processi chimici più perfezionati, disperdono energia in calore, gas, ecc. Per cui sarà naturale aspettarci un aumento dei tempi visti in tabella. Questo “spread” varia in funzione della tecnologia della batteria, del suo invecchiamento e da altri fattori fisici quale, ad esempio, la temperatura ambiente.

Modello elettrico equivalente di un accumulatore

Dopo averne definito i parametri principali, entriamo ancor più nel dettaglio e vediamo quale potrebbe essere un modello “discreto” che descriva la funzionalità di un accumulatore generico utilizzando componenti di uso comune. Esso è visibile in figura 5.

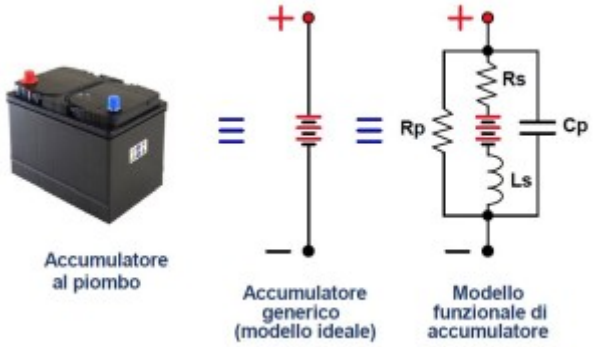


Figura 5: Modello funzionale di un accumulatore generico

Premetto che questo modello non è esattamente quello previsto dai testi ufficiali, nel presentarlo ho preferito “personalizzare” alcuni aspetti in modo da rendere i concetti più semplici. Vediamo in dettaglio la funzione dei componenti discreti che lo costituiscono:

- **Vb** = tensione a vuoto dell’accumulatore
- **Rs** = resistenza serie dell’accumulatore
- **Rp** = resistenza parallelo
- **Cp** = capacità associata
- **Ls** = impedenza tipica dell’accumulatore

Vediamo di capire meglio la funzione di tali componenti. Rs è forse il parametro più importante di tutti poiché decide la corrente massima che può essere erogata dalla batteria. Infatti, anche mettendo in cortocircuito i morsetti d’uscita dell’accumulatore, la corrente ai capi sarà necessariamente limitata da questo componente. Ricordate la non linearità della curva di scarica? Bene, la colpa è di Rs che tende ad aumentare, tra l’altro in modo non lineare, con il procedere della scarica. Potremmo anche dire che un accumulatore completamente scarico possiede una Rs altissima La Rp è invece responsabile dell’auto-scarica della batteria. Infatti, pur non prelevando correnti ai morsetti, dopo un certo tempo, ci ritroveremo con un batteria inutilizzabile poiché scarica. Questo comportamento dipende da perdite interne ed è come sempre influenzato dalla temperatura.

Per compensare gli effetti della Rp spesso si ricorre alla cosiddetta carica di mantenimento, ovvero una corrente piccola ma continua che serve solo a compensare le perdite introdotte dalla Rp Anche Ls è un fattore importante. Infatti, le correnti alternate che circolano all'interno dell'accumulatore, non trovano solo una componente resistiva (Rs) che si oppone al loro passaggio. In realtà, vi è anche una non trascurabile componente induttiva, che cresce con la frequenza in modo (guarda caso…) non lineare. La Ls è spesso valutata come un indice di qualità della batteria stessa, nel senso che un suo valore elevato è indice di un invecchiamento e di una funzionalità ormai compromessa. Un metodo di test, utilizzato anche dai costruttori, è mostrato in figura 6.

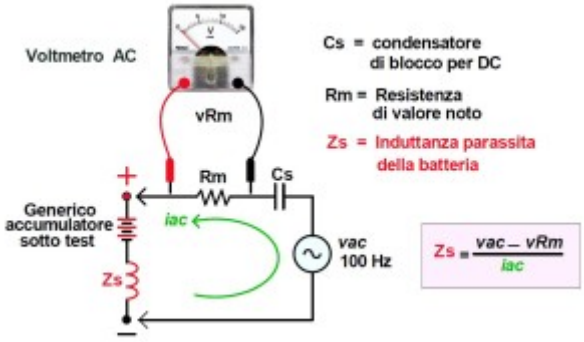


Figura 6: Metodo per determinare l'impedenza di una batteria

Torniamo adesso al modello di accumulatore mostrato nella figura 5. La presenza di Ls è il motivo per cui ogni apparecchiatura alimentata a batteria deve sempre avere dei condensatori di medio-alta capacità in parallelo alla batteria stessa (i cosiddetti condensatori di "shunt"). La loro presenza ha il compito di annullare la Ls che, viceversa, impedirebbe la perfetta circolazione delle correnti in AC. La capacità Cp può invece essere trascurata nella maggior parte delle applicazioni.

Tipologie di accumulatori comunemente in uso

Anche in questo paragrafo è necessario fare una piccola premessa: la nostra chiacchierata sarà per forza di cose non esaustiva. Infatti, esistono svariate tecnologie costruttive, per svariate esigenze e costi diversi, ma purtroppo solo una piccola parte di esse sarà dettagliata in questo capitolo. Ci limiteremo a considerare i modelli più comuni, rimandando il lettore che vuole approfondire verso testi più specializzati. Abbiamo fin qui accennato ai parametri principali degli accumulatori ma, per una valutazione comparativa più dettagliata dobbiamo necessariamente approfondire alcuni aspetti. Citiamoli:

- L'impiego
- Il rapporto peso/potenza
- Il tipo di ricarica
- Il costo
- La necessità di manutenzione periodica

L'ordine in cui sono state enunciate queste caratteristiche non è casuale, al primo posto è doveroso specificare quale applicazione/macchina/carico dovrà utilizzare questa fonte di energia ricaricabile. Tanto per capire bene questo aspetto facciamo un esempio. Tutti conoscono le normali batterie per autoveicolo che, a parte qualche non eclatante innovazione tecnologica, sono le stesse da 100 anni. Cosa si chiede ad una simile batteria?

- Una forte erogazione di corrente, pari al 100-120% della sua capacità, per qualche secondo. E quindi una bassa Rs (fase di avviamento del motore a scoppio).
- Una ricarica mai costante e spesso “brutale”, dipendente dalle circostanze di marcia del veicolo questa condizione è temporalmente la più lunga e può durare ore. Ovvero robustezza e ricarica poco critica (fase di circolazione del veicolo).
- Un piccolo “aiuto” di corrente all’alternatore durante fasi critiche, ad esempio quando accendiamo lunotto termico ed autoradio insieme con le luci già attivate (fase di extra-corrente momentanea).
- Manutenzione ordinaria abbastanza frequente. L’utente è preparato in tal senso.
- Costi relativamente bassi.
- Rendimento di ricarica trascurabile.
- Curva di scarica non necessariamente ottimale (nella maggior parte della sua vita operativa si trova nella fase di carica).
- Funzionamento a temperature molto basse e molto alte.

Alla stessa batteria invece non chiederemo mai:

- Portabilità manuale (questa è sostenuta dal veicolo) e quindi non dovrà avere un eccezionale rapporto peso/potenza.
- Cicli di carica-scarica in numero limitato poiché, nel funzionamento normale, non dovrebbe mai scaricarsi completamente.

Vediamo adesso cosa possiamo chiedere alla batteria di un cellulare:

- Un’erogazione di corrente modesta ma costante.
- Una ricarica veloce ma controllata con sistemi sofisticati.
- Una curva di scarica molto vicina a quella reale, viste le tensioni basse in gioco.
- Un rapporto peso/potenza ai massimi livelli poiché il cellulare deve essere piccolo e leggero.
- Manutenzione del tutto assente o gestita dal telefonino stesso.
- Costi relativamente alti perché le tecnologie non sono ancora troppo affermate.
- Rendimento di ricarica trascurabile (date le basse potenze richieste).
- Funzionamento a temperature moderatamente basse e mai troppo alte.

Come si vedrà, mi perdoni il lettore se ho scelto due casi al limite per evidenti ragioni di chiarezza, le caratteristiche dei due tipi sono quasi all’opposto. Può fare eccezione alle evidenti diversità il solo rendimento di ricarica, simile per entrambi i tipi. In mezzo a queste due estremità vi sono prodotti tecnologici intermedi che rispondono ad esigenze specifiche. La tabella 1 ci aiuterà a fare una prima classificazione dei principali tipi di batteria ricaricabile in ragione di alcuni criteri.

Tecnologia		Rapporto peso/potenza	Efficienza	Costo	Facilità ricarica	Numero di cicli carica-scarica	Curva di scarica	Autoscarica	Funz. a temperature estreme	Corrente di spunto	Vita utile
Piombo-acido	Normali	Medio/bassa	Buona	Basso	Buona	Basso	Mediocre	Medio/alta	Buona	Elevata	Buona
	Alta capacità	Media	Buona	Media	Buona	Medio/basso	Mediocre	Medio/alta	Buona	Elevata	Buona
	Gel (regolato)	Medio/bassa	Buona	Basso	Buona	Basso	Mediocre	Medio/alta	Media	Elevata	Media
Litio	Ione	Altissimo	Media	Media	Critica	Alto	Mediocre	Quasi nulla	Media	Media	Media
	Polimero	Altissimo	Media	Alto	Critica	Alto	Mediocre	Quasi nulla	Mediocre	Media	Bassa
Nichel	Cadmio	Buono	Bassa	Basso	Media	Alto	Ottima	Medio/alta	Mediocre	Buona	Buona
	Metal Hidrate	Buono	Media	Alto	Critica	Buona	Buona	Medio/alta	Mediocre	Media	Buona
	Cadmio Interrato	Ottimo	Media	Media	Media	Altissimo	Ottima	Media	Media	Elevata	Ottima
Alkaline (carbonati)		Basso	Bassa	Basso	Media	Alto	Pessima	Quasi nulla	Mediocre	Bassa	Media

tabella 1: Caratteristiche dei principali tipi di batterie ricaricabili

Potrebbe essere interessante approfondire il discorso della ricarica ed i problemi ad essa correlati poiché questo aspetto è quello che più riguarda la parte elettronica della nostra chiacchierata. Anche in questo caso ricorreremo ad una tabella, in particolare la tabella 2.

Tecnologia			Tipo di ricarica	Corrente max di ricarica	Carica rapida	Pericolosità durante la ricarica	Note
Piombo-acido		Normali	A tensione costante	Da C/8 a C/20	Non consigliata ma possibile	Emissione di gas infiammabili	E' consigliabile un limitatore di corrente di carica (con batteria scarica potremmo superare la corrente massima permessa)
		Alta capacità					
		Gel (vigilato)					
Litio		Ione	A tensione costante con corrente max controllata. La carica è impulsiva	Da C/8 a C/12	Non prevista	Pericolo di esplosione con corrente di ricarica sopra i limiti di guardia	
		Polimero					
Nichel		Cadmio	A corrente costante Altri metodi tengono conto anche dei gradienti di tensione in fase di ricarica	Da C/8 a C/25	Prevista per certe tipologie	Rischio di danneggiamento per eccesso di calore generato	E' necessario procedere ad una scarica (mai meno del 40%) prima di procedere a ricarica
		Metal Idrato	A corrente costante impulsiva e tensione controllata in fase finale	Da C/10 a C/15	Non prevista	Rischio di danni alla batteria	
		Cadmio Sinterizzato	A corrente costante. Altri metodi tengono conto anche dei gradienti di tensione in fase di ricarica	Da C/2 a C/25	Prevista per certe tipologie	Rischio di danneggiamento per eccesso di calore generato	E' necessario procedere ad una scarica parziale (mai meno del 40%) prima di procedere a ricarica
Alkaline (ricaricabili)			A tensione costante controllata accuratamente	Da C/8 a C/20	Non prevista	Nessuna	

tabella 2: Caratteristiche del processo di ricarica di vari tipi di accumulatori

Ricarica a corrente costante

La cosiddetta ricarica a corrente costante presuppone che la tensione ai capi della batteria, durante tutto il processo, possa variare. Ovviamente la corrente di ricarica sarà mantenuta costante e controllata. Il valore di questa corrente può essere, in taluni casi di "ricarica rapida", anche C/2. Una corrente così elevata impone che, una volta che l'accumulatore sia stato ricaricato, vi sia una forte riduzione dei valori della corrente stessa. E ciò per aumentare il rendimento del dispositivo ed evitare, nel contempo, di danneggiare la batteria. Con quest'ultima completamente carica, si fornirà così una corrente, definita di mantenimento, che ha il solo scopo di compensare l'auto-scarica della batteria e, di solito, è mantenuta su valori intorno a C/25. Vi sono comunque caricabatterie economici che non prevedono questa dualità di fase e preferiscono mantenere un valore di corrente di ricarica intermedio, di solito C/20, che, a patto di aumentare a dismisura i tempi di ricarica, va bene per entrambe le fasi. Un altro aspetto non trascurabile di questa modalità è che la tensione di batteria, intesa a piena efficienza, deve essere inferiore alla tensione di ricarica. Quest'ultima dovrebbe assumere un valore minimo pari a circa 1,2 – 1,25 volte la tensione di batteria. Questo fattore è importante se, come ad esempio a bordo di autoveicoli, possiamo disporre di tensioni che possono essere più basse della tensione di batteria (intesa come serie di singoli elementi). In questi casi occorre innalzare la tensione di ricarica ricorrendo a convertitori/duplicatori che diminuiranno senz'altro il rendimento complessivo del sistema. In figura 7 troviamo lo schema a blocchi di un generico caricabatterie a corrente costante.

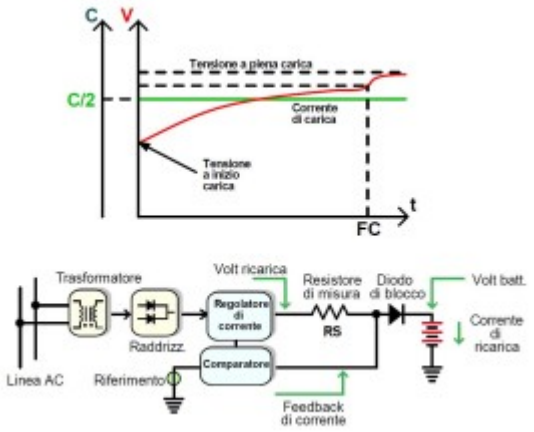
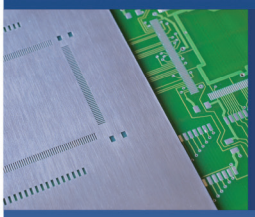


Figura 7: Caricabatterie a corrente costante (schema di principio)

Nella stessa figura troviamo anche un profilo di carica in funzione della tensione di batteria (curva rossa), la stessa corrente di carica (curva verde) ed il loro andamento nel tempo. La morfologia di questo profilo è simile a quella di una batteria al Nichel-Cadmio che, come abbiamo già specificato,

THE ORIGINAL SINCE 1994
PCB-POOL®
Beta LAYOUT



Stencil gratuito
con ogni ordinazione di prototipi PCB

Embedded RFID
per convalidare, controllare e proteggere il tuo prodotto
www.magic-pcb.com

PCB-POOL® è un marchio registrato di Beta LAYOUT GmbH

p-cad 2006 · TARGET · Altium Designer · EDWIN · cadence · GraphiCode · PROTEUS · NATIONAL INSTRUMENTS · DIPTRACE · RS-274-X · Easy-PC · Sprint Layout · PULSONIX · BoardMaker3

www.pcb-pool.com

Beta LAYOUT
create : electronics

eSTORE®
Beta LAYOUT

Realizzazione, saldatura, montaggio

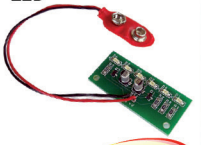
Big Beta-Reflow-Kit

Video
www.beta-estore.com/video

Reflow-Controller

€ 129,00

Lampeggiatore 6 LED



€ 6,00

Arduino Mega (ATMega 1280-16AU) compatibel

€ 36,50

Toolkit Extended

€ 149,00

eSTORE® è un marchio registrato di Beta LAYOUT GmbH

www.beta-eSTORE.com

Beta LAYOUT
create : electronics

richiede una carica a corrente costante. Si noterà, nel punto chiamato FC, un brusco innalzamento della tensione di batteria. Questo comportamento, tipico della tecnologia in oggetto, è spesso sfruttato da caricabatterie “intelligenti” per capire a che punto deve cominciare la carica di mantenimento che, lo ricordiamo, è effettuata con correnti decisamente più contenute. Il caricabatterie schematizzato in figura 7 non prevede però questa opzione. Esaminiamolo adesso con più attenzione. I primi due stadi sono abbastanza banali e non ci soffermeremo. Il regolatore di corrente vero e proprio è l’elemento incaricato di fornire un regime costante anche a fronte di variazioni della tensione di rete e (soprattutto) della tensione di batteria. Il regolatore, per fare ciò, deve leggere continuamente la corrente erogata e, a questo scopo, vi è un resistore (RS nello schema a blocchi, spesso definito resistore di shunt) che si incaricherà di convertire la corrente che vi scorre in una tensione ai suoi capi. Il valore di questo resistore è critico poiché, essendo attraversato da tutta la corrente di ricarica, dissiperà una certa energia. E quest’ultima sarà irrimediabilmente persa. Il primo impulso progettuale sarebbe quello di scegliere un valore molto contenuto ma, nel fare ciò, troveremo due problemi. Il primo è che qualunque tensione di misura è affetta da rumore di varia natura, non eliminabile del tutto. Quindi, avendo un segnale utile di pochi millivolt, esso sarà fatalmente sovrapposto alla tensione di rumore che, in queste condizioni, sarà significativamente disturbante rendendo tutto il sistema poco stabile se non addirittura aleatorio. L’altro problema è rilevabile dallo schema a blocchi, osservando la sezione del comparatore. Quest’ultimo per funzionare ha bisogno di una tensione di riferimento che, confrontandosi con la tensione ai capi di RS, lo fa propendere a mantenere la sua uscita coerente con la richiesta o meno di corrente. In altri termini, il gruppo composto da sorgente di riferimento e comparatore, è il “cuore” del nostro sistema di regolazione. Per questo motivo la tensione di riferimento deve essere dello stesso ordine della tensione ai capi di RS. Purtroppo tutti i generatori di tensione di riferimento hanno, per motivi costruttivi, una tensione che non è mai inferiore a poche centinaia di millivolt (di solito compresa fra 1 e 1,25 V). Facciamo un esempio. Supponiamo di scegliere una tensione di riferimento di 1 V su una corrente di carica pari a 4 A, valore del tutto plausibile. Il nostro resistore di misura dovrà avere un valore:

R = 1 / 4 ovvero 0,25 Ohm

Che, tradotto in termini di dissipazione, significherà:

W = 1 x 4 ovvero 4 W

Quindi, per far funzionare il nostro caricabatterie, dovremmo mandare in fumo (si fa per dire…) ben 4 W. Alla faccia del risparmio energetico! Con una tensione di riferimento pari a 0,25 V avremmo invece avuto una dissipazione di solo 1 W. Esistono comunque sistemi non dissipativi per sopperire al problema della resistenza di shunt. Vi sono ad esempio dei sensori ad effetto HALL che riducono la dissipazione a pochi milliwatt anche con correnti nell’ordine dei 100 A. Naturalmente costo e difficoltà crescono notevolmente rispetto ad una semplice resistenza. Un altro componente da commentare è il diodo di blocco. La funzione di questo componente è molto semplice: impedire il passaggio di corrente dalla batteria all’alimentatore nel caso venisse meno l’energia elettrica della rete AC. Anche in questo caso occorrerà essere accorti nel bilancio energetico poiché, sempre supponendo una corrente pari a 4 A, un diodo ordinario dissiperà ben 2,8 W (supponendo una Vf pari a 0,7 V). Scegliendo un diodo SCHOTTKY, che come è noto possiede una Vf ridotta (intorno a 0,3 V) potremmo ridurre del 50% circa tale dissipazione. Nel caso di correnti elevate è possibile usare per questa funzione più diodi posti in parallelo oppure opportuni elementi attivi (MOSFET) che, in caso di inversione della corrente, si portano in interdizione istantaneamente. Sul dimensionamento dei componenti sarà necessario fare qualche ulteriore riflessione. Anche in questo può tornare utile un esempio. Supponiamo di dover ricaricare un pacco batterie composto da 9 batterie al Nichel Cadmio, poste in serie, che, singolarmente, hanno una tensione nominale pari a 1,2 V con una corrente di 2 A.

La tensione nominale totale sarà data dal valore singolo moltiplicato per il numero degli elementi. Nel nostro caso sarà quindi pari a 10,8 V. Dovendo effettuare una carica abbastanza rapida scegliamo una corrente pari a C/4, ovvero 500 mA. Supponiamo ora di disporre di una tensione di riferimento pari a 1,25 V, valore molto usuale nei regolatori monolitici a 3 pins. Il nostro diodo di blocco sarà invece uno SCHOTTKY con Vf pari a 0,35 V (calcolata alla corrente di carica, ovvero 0,5 A). Ora dobbiamo tenere conto delle perdite in tensione introdotte dall'elemento regolatore vero e proprio che, nel nostro schema a blocchi, ha la funzione di stabilizzare la corrente d'uscita. Se scegliamo un normale elemento, quindi non LDO (low drop out, ovvero a bassa caduta di tensione fra input ed output), dovremmo calcolare almeno 2,5 V di caduta fra ingresso (volt ingresso) ed uscita (ovvero il voltaggio di ricarica). Ora abbiamo tutti i dati e possiamo calcolare la nostra tensione d'ingresso:

Volt ingresso = 2,5 + 1,25 + 0,35 + (10,8 x 1,2) = 17,1 V (arrotondati in eccesso)

Tenendo anche conto della tensione che cadrà sui diodi raddrizzatori, il trasformatore non dovrà erogare meno di 13 VAC. Le perdite in calore saranno pari a:

W perduti = (2,5 + 1,25 + 0,35) x 0,5 = 2,05 W

E questo senza tenere conto del rendimento del trasformatore nonché della potenza dissipata sui diodi raddrizzatori. Proviamo ora a calcolare il rendimento dell'assieme:

Rendimento = Potenza immessa nelle batterie / Potenza richiesta

Nel nostro caso la potenza richiesta sarà pari alla somma dei Watt perduti con la potenza effettivamente fornita per la ricarica delle batterie:

Potenza richiesta = 2,05 + (0,5 x 10,8 x 1,2) = 8,53 W

Da cui:

Rendimento = (0,5 x 10,8 x 1,2) / 8,53 = 76% circa

Per elevare questo valore non proprio esaltante avremmo potuto:

- Ridurre la tensione di riferimento
- Utilizzare un regolatore LDO, quindi avere una caduta di tensione non superiore a 1,2 V
- Utilizzare un regolatore tipo switching isolato

Per correnti di ricarica superiori a 1,5 A, la terza soluzione è di fatto uno standard ormai imposto e consolidato. Mi perdonerà il lettore se ho voluto giocare un pochino con le cifre, la qual cosa è stata forse un po' noiosa ma utile a capire come anche un circuito apparentemente semplice richieda un minimo di attenzione in fase progettuale.

Ricarica a tensione costante

Come dice lo stesso titolo del capitolo, un accumulatore ricaricato a tensione costante permette alla corrente di ricarica di fluttuare mantenendo, nel contempo, una tensione sui morsetti stabile e definita a priori. E' questa la classica modalità di ricarica per le batterie al piombo-acido, che, come vedremo, saranno il "target" della nostra applicazione: un sistema di monitoraggio remoto. Attualmente le batterie al piombo-acido, nella loro versione ad elettrolita liquido, sono il mezzo più

diffuso ed economico per il backup energetico degli impianti civili-industriali ad energia rinnovabile. Sebbene il trend commerciale tenda ad imporre tecnologie più sofisticate (Lithio, ecc.), il grosso degli impianti è tutt'ora alimentato dagli economici, robusti e pesanti accumulatori al piombo. Cominciamo subito con il dire che la sola ricarica a tensione costante si usa solo per elementi a bassa capacità, di solito nella versione ad elettrolita gelatinoso. Nella fase iniziale, infatti, le correnti possono essere notevoli se la batteria è completamente scarica o poco meno. In questa prima fase si preferisce fare affidamento su un limitatore di corrente per non provocare guasti sull'alimentatore di ricarica. Tale condizione implica un iniziale processo di carica a corrente costante, se la batteria è nelle condizioni di richiedere una grossa esigenza di corrente. Nelle batterie al piombo-acido non è peraltro necessaria una grossa precisione nei riguardi della tensione di ricarica mentre, nel caso delle batterie al Lithio, occorre essere precisi nell'ambito del decimo di Volt (0,1 V). In figura 8 troviamo uno schema di principio che ci aiuterà a capire meglio quanto detto.

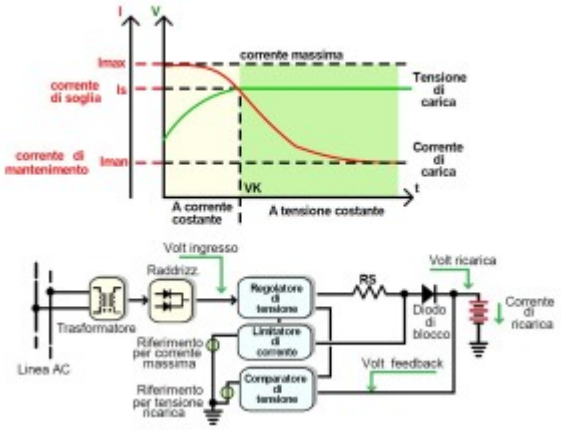


Figura 8: Caricabatterie a tensione costante con limitazione della corrente (schema di principio)

Come nel caso della carica a corrente costante, è previsto un resistore che permetta di acquisire il valore della corrente di ricarica. Anche in questo caso valgono le stesse considerazioni: più basso ne sarà il valore e meno potenza sarà dissipata a vuoto. Essendo l'uscita del nostro caricabatteria separata dal suo carico a mezzo del diodo di blocco, la misura della tensione di ricarica sarà effettuata direttamente ai capi della batteria stessa. In questo modo ci "affrancheremo" dall'errore introdotto dalla Vf della giunzione che, fra l'altro, varia con la temperatura. L'alta impedenza del comparatore di tensione impedirà la scarica della batteria sul pin di feedback in caso di caduta della tensione di rete. Si noti la presenza di due tensioni di riferimento: una per la corrente e l'altra per la tensione. Diamo ora un'occhiata al grafico. Esso è diviso idealmente in due zone: la prima definita a "corrente costante", la seconda invece a "tensione costante" (vedi asse ascisse). Nella zona a corrente costante vediamo la tensione salire gradualmente fino al punto VK. Da questo punto in poi, la corrente non è più limitata (soglia IS) e la tensione sarà fornita in modo costante. Si noti come dal punto Imax la corrente tenda sempre a scendere, fino a raggiungere il cosiddetto valore di mantenimento (nel grafico definita Iman).

Le batterie al piombo-acido

Visto che l'applicazione che presenteremo è dedicata essenzialmente al controllo delle batterie al piombo-acido, cerchiamo di capire meglio le caratteristiche di questa tecnologia costruttiva. Intanto sarà opportuno dare un'occhiata alla tabella 3 per avere un'idea dei loro pregi e difetti.

Batterie al piombo-acido	
Vantaggi	**Svantaggi**
Costo basso, grande diffusione commerciale	Numero di cicli carica-scarica basso (il peggiore in assoluto fra tutte le tecnologie)
Disponibile in grande varietà di modelli, tipi e dimensioni	Rapporto energia/peso non elevato (massimo 40 Wh per Kg)
Adatta a fornire alte correnti istantanee	Possibilità di danni interni in caso di immagazzinamento per lunghi tempi senza carica
Comportamento discretamente buono con temperature molto alte e molto basse	Praticamente impossibile produrre batterie al di sotto di 1 A/h
Buona efficienza di carica (mai inferiore al 75%)	Durante la carica possono sviluppare idrogeno che è un gas altamente infiammabile
Sopporta bene ricariche a correnti impropriamente elevate	In particolari condizioni è possibile una corrosione degli elettrodi
Facilità nell' individuare lo stato di carica	La maggior parte dei tipi richiede manutenzione con prodotti chimici tossici e corrosivi
Può essere ricaricata con dispositivi economici	I modelli con elettrolita liquido possono essere installati solo verticalmente
Disponibilità di modelli funzionanti senza manutenzione ed ermetici	
Facile riciclaggio dei componenti	

tabella 3: Vantaggi e svantaggi delle batterie al piombo-acido

Un concetto importante va subito chiarito: il valore di tensione di una singola cella è molto basso e non va bene per la stragrande maggioranza delle applicazioni. In altri termini, occorre sempre mettere più elementi in serie. In questo modo la corrente erogata da ogni singola cella sarà identica ma – e qui si inserisce l'utilità della nostra applicazione – la tensione è soggetta a leggere variazioni. La tensione nominale di una cella al piombo-acido, a batteria completamente efficiente e senza carico applicato, è compresa fra 2,05 e 2,125 Volt. Questa leggera differenza dipende dalla concentrazione chimica dell'elettrolita e dalla temperatura. In particolare, diminuendo la temperatura e la concentrazione, la tensione tende a sua volta a diminuire. L'industria, nei suoi più o meno riusciti tentativi di standardizzazione, propone batterie a 3 celle (6 volt di targa), a 6 celle 12 Volt di targa, le più diffuse) ed anche a 12 celle (24 Volt di targa). Più rare sono le versioni a 2 celle (4 volt) ed a 24 celle (48 Volt). Una cella è considerata completamente scarica quando la tensione ai suoi capi, con il carico applicato, è scesa sotto 1,75 Volt. In particolari condizioni di temperatura o con carichi molto gravosi, è però accettata una tensione finale anche di 1,1 Volt. La tabella 4 ci aiuterà a capire meglio la dipendenza dalla temperatura della tensione nominale di una singola cella.

Tensione di targa (in Volt)	Tensione nominale (senza carico) in Volt		
	A 0 gradi centigradi	A 25 gradi centigradi	A 50 gradi centigradi
4	4,1	4,18	4,25
6	6,15	6,27	6,37
12	12,3	12,54	12,75
24	24,6	25,1	25,5
48	49,2	50,2	51,0

tabella 4: Valori di tensione nominale in funzione della temperatura

Abbiamo già accennato che la ricarica delle batterie al piombo-acido è fatta a tensione costante. E' questo il metodo più semplice e comunemente usato. Tuttavia non è il solo. Prima di prendere in considerazione le varie tecniche di ricarica, occorrerà fare qualche considerazione di ordine elettro-chimico. La soluzione elettrolitica frapposta fra gli elettrodi è solitamente una soluzione di acqua distillata con acido solforico (H_2SO_4), quest'ultimo presente in minima parte. Quando la tensione ai capi di una cella raggiunge il fatidico valore di 2,39 Volt, l'elettrolita liquido della cella comincia a rilasciare gas idrogenati che, salendo in superficie sotto forma di piccole bollicine, rilasciano il loro contenuto di gas nell'ambiente. Il motivo per cui, quando ricarichiamo le batterie di un autoveicolo, dobbiamo svitare i tappi di chiusura delle celle (se vi sono) è proprio questo! Ovvero evitare grosse concentrazioni di gas all'interno dei singoli elementi. Infatti, come già accennato, si tratta di gas molto infiammabili e quindi pericolosi, anche in modeste quantità. Nel caso di batterie ermetiche si assisterà ad un rigonfiamento delle stesse dovuto all'aumento della pressione interna. In ogni caso, non è consigliabile procedere ad una ricarica superando il fatidico valore di 2,39 Volt per singola cella (in inglese: gassing voltage). Vi è però un complicazione: la temperatura. Infatti, consultando la tabella 5, possiamo vedere come questo valore non è assoluto ma dipenda fortemente dalla temperatura. Trascuriamo, per semplicità, ulteriori dipendenze dalla concentrazione di (H_2SO_4) nell'elettrolita liquido.

Temperatura elettrolita (in gradi)	Tensione critica (gassing voltage) in Volt	Percentuale di variazione rispetto a 25 gradi
50	2,30	+ 3%
40	2,33	+ 2%
30	2,36	+ 1,2%
25	2,39	-
20	2,41	- 1%
10	2,47	- 2,3%
0	2,54	- 6%
-10	2,65	- 10%
-20	2,97	- 20%

tabella 5: Variazioni della tensione critica di cella in funzione della temperatura

Osservando la tabella 5, appare evidente che fra due temperature affatto impossibili alle nostre latitudini, ovvero 40 gradi e 0 gradi, vi è una differenza di ben 0,21 Volt. Questo valore potrebbe causarci problemi visto che, per diminuire i tempi di carica, è opportuno procedere con una tensione (costante) il più possibile vicina al valore di 2,39 Volt. Supponiamo, a titolo di esempio, che il nostro alimentatore di ricarica fosse tarato una volta per tutte al valore di 2,39 Volt. D'estate correremmo il rischio di superare il gassing voltage mentre, d'inverno, la carica sarebbe sicuramente poco efficiente Inoltre, tutti i processi di ricarica prevedono un riscaldamento dell'elettrolita cosicché, a peggiorare le cose, troviamo anche un fenomeno che possiamo definire di reazione positiva! Altro parametro da prendere in considerazione è l'auto-scarica della batteria, ovvero la perdita di carica senza l'utilizzo della stessa. La scarica è influenzata principalmente da 2 fattori: l'invecchiamento e la temperatura. Esistono però particolari tecnologie costruttive (p.e. elettrodi trattati con calcio) che permettono di ridurre tali fenomeni. La figura 9 chiarirà meglio il concetto esposto.

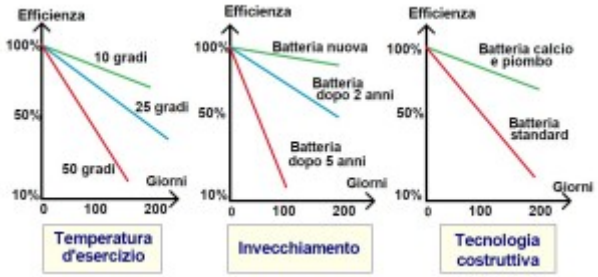


Figura 9: Influenza della temperatura, dell'invecchiamento e della tecnologia costruttiva sull'auto-scarica

Dopo queste premesse possiamo affrontare in dettaglio le varie tecniche di ricarica che dovranno necessariamente tenere conto delle problematiche accennate.

Ricarica delle batterie al piombo-acido

Le metodologie di ricarica devono considerare i seguenti fattori:

- Tipo di esercizio della batteria, ovvero le condizioni di funzionamento
- Tempi di ricarica
- Tecnologia costruttiva
- Costo, complessità e tecnologia degli alimentatori di ricarica
- Invecchiamento della batteria
- Parametri fisici locali (principalmente la temperatura)
- Difficoltà di manutenzione ordinaria

Esaminiamo quindi le metodologie più usate, cominciando da quella meno comune: la ricarica a corrente costante fissa. Questo metodo, seppure economico e affidabile, non è molto usato per batterie al piombo-acido. Il motivo è semplice: le caratteristiche stesse dell'accumulatore, obbligherebbero ad usare correnti iniziali troppo basse e quindi, in caso di elementi molto scarichi, vi sarebbe un inaccettabile aumento dei tempi di ricarica. Solo per elementi ermetici (detti anche a " gel") con capacità inferiore a 8 Ah è a volte usata questa tecnica. Anche nei laboratori fisico-chimici, ove è necessario misurare con precisione la corrente immessa in fase di carica, è possibile incontrare questa metodica. Una variante alla tecnica appena vista è la cosiddetta carica a corrente differenziata, essa è mostrata in figura 10.

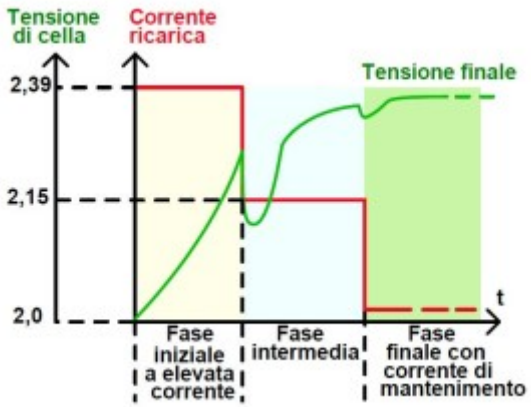


Figura 10: Metodo di ricarica a corrente differenziata

Con tale sistema possiamo fornire correnti elevate all'inizio e poi, nell'esempio vi sono solo 3 livelli, decrescere a bruschi scatti per arrivare, alla fine, a fornire una debole corrente di mantenimento che impedisce l'auto-scarica della batteria. Possiamo scendere da un livello all'altro con dei tempi fissi oppure misurando la tensione di batteria che, col procedere della carica, deve necessariamente salire. Questo sistema va bene per impianti stazionari, ovvero con batterie fisse che non devono mai scaricarsi meno del 40% della loro capacità, ed è usato nel campo delle energie alternative. Tra l'altro, il costo degli alimentatori di ricarica non è elevatissimo ed il loro funzionamento è semplice. Il metodo di ricarica a tensione costante, usatissimo, è stato già descritto precedentemente e quindi non ci soffermeremo ulteriormente. Un parametro importante da stabilire potrebbe essere la tensione di ricarica da applicare nelle varie condizioni. Essa dovrà essere costante dopo la fase iniziale che, di solito, è sostenuta invece a corrente costante. Vi sono fondamentalmente 3 sistemi:

- A tensione fissa con margine di temperatura a 50 gradi
- A tensione controllata dalla temperatura ambiente
- A tensione controllata dalla temperatura di batteria

Il primo sistema, il più economico e semplice, prevede che la tensione sia fissata a priori su un valore pari a 2,30 volt per cella. Osservando la tabella 5, si noterà come questo valore corrisponde alla temperatura di 50 gradi, oltre la quale, a parità di tensione applicata, si corre il rischio di entrare nel gassing voltage. In effetti, in sistemi stazionari, è difficile si raggiungano temperature superiori ma, d'inverno, con temperature che sfiorano 0 gradi, questa tensione potrebbe essere insufficiente a garantire una pur modesta corrente di mantenimento. Quindi, questa tipologia di

ricarica può essere applicata a sistemi situati in interni (abitazioni, capannoni, ecc.) dove le temperature non scendono mai sotto i 10 gradi. Inoltre, prevedendo correnti di ricarica comunque modeste, non è adatto per ricariche veloci. La tabella 6 ci aiuterà a scegliere un'appropriata tensione di ricarica in ragione della tensione di targa dell'accumulatore.

Tensione d targa o tensione totale della serie (in Volt)	Tensione di ricarica (in Volt)	Numero di elementi
6	6,9	Singola
12	13,8	Singola o 2 x 6 V
24	27,6	Singola o 2 x 12 V
48	55,2	4 x 12 V
96	110,4	8 x 12 V
120	138	10 x 12 V
144	166	12 x 12 V
192	221	16 x 12 V

tabella 6: Tensioni fisse di ricarica per elementi singoli o in serie

La seconda ipotesi prevede invece un controllo continuo della temperatura ambiente in modo da fornire una tensione d'uscita sempre al di sotto del gassing voltage. Si ammette, semplificando, che la differenza fra temperatura ambiente e temperatura dell'elettrolita sia nota e costante. In realtà le cose non stanno esattamente così poiché l'elettrolita, con il procedere della carica, tende a scaldarsi e ad aumentare in tal modo la differenza di gradi con l'ambiente esterno. Per risolvere questo problema si ricorre a sonde di temperatura a contatto con il corpo della batteria o direttamente immerse nell'elettrolita. Ne consegue che il terzo sistema è quello più valido ed efficace, inopinabile se le batterie sono situate in zone a forte escursione climatica. La disponibilità di circuiti ad alta integrazione ha introdotto una modalità che può essere considerata una variante migliorata dell'ultima esaminata: la carica a tensione costante con alte correnti iniziali. In questo caso, la batteria è inizialmente caricata con una corrente stabilizzata ad un valore tale che la tensione media di cella non superi il fatidico valore di 2,39 Volt. Dopo questa fase, influenzata comunque dalla lettura della temperatura, ne segue un'altra a tensione costante. Il passaggio da una fase all'atra è deciso dalla tensione di batteria. Questo sistema è ottimo per batterie che devono ricaricarsi rapidamente o con carica residua molto bassa (inferiore a 20%). Un altro metodo di carica, molto usato per batterie destinate alla trazione elettrica (carrelli, autoveicoli, ecc.), prevede che la corrente sia fornita in modo impulsivo. Da studi effettuati sembra che una ricarica discontinua conferisca alla batteria più longevità. Fra un impulso di carica ed un altro, viene fatta la lettura della tensione di batteria per un tempo prefissato. Il valore ricavato, tramite una logica programmata, "deciderà" la larghezza dell'impulso (vedi figura 11). Com'è intuitivo, a forti correnti iniziali corrisponderanno impulsi molto larghi che, nel corso della carica, andranno sempre più restringendosi. La carica di mantenimento sarà fatta con dei veri e propri "spillini" destinati ad immettere una quantità molto bassa di corrente.

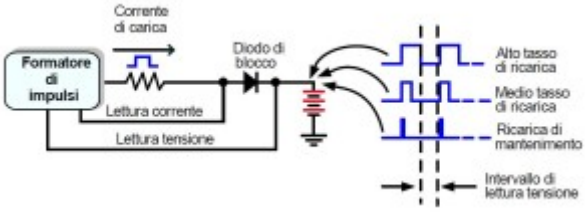


Figura 11: Metodo di ricarica a corrente impulsiva

Questa metodologia, che si va sempre più affermando, permette l'uso di alimentatori con rendimenti molto alti. La qual cosa è perfettamente in linea con le attuali tendenze di risparmio energetico.

Conclusioni

Lungi da me l'idea di essere stata esaustiva in questa piccola escursione fra batterie e sistemi di ricarica. Tuttavia, il lettore mi perdonerà questa presunzione, credo di aver chiarito alcuni concetti basilari che saranno la base del nostro sistema di monitoraggio. Nella prossima puntata parleremo più diffusamente delle problematiche legate alla ricarica ed alla manutenzione delle batterie al piombo-acido. Inoltre, introdurremo la filosofia di funzionamento della nostra applicazione. Come sempre, a vostra disposizione per qualsiasi chiarimento ed approfondimento.

Bibliografia

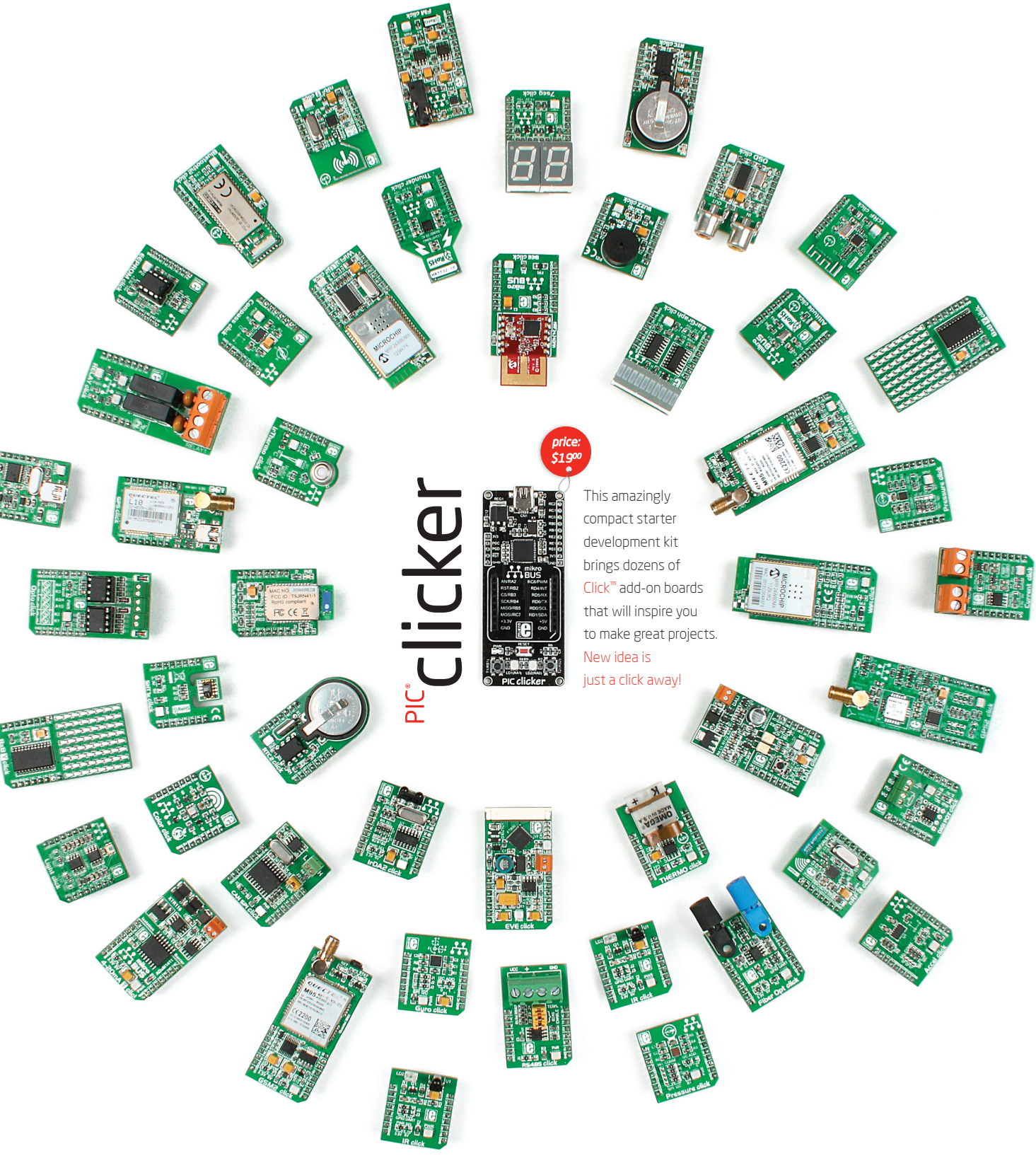
Handbook of batteries di D. Linden e T. B. Reddy (McGraw-Hill)

Battery Charge Circuit Encyclopedia (autori vari)

Charge Equalization for Series Connected Batteries String, articolo di N. H. Kutnut, M. Divan (membri emeriti della IEEE)

Siti INTERNET

www.sandia.gov/pv

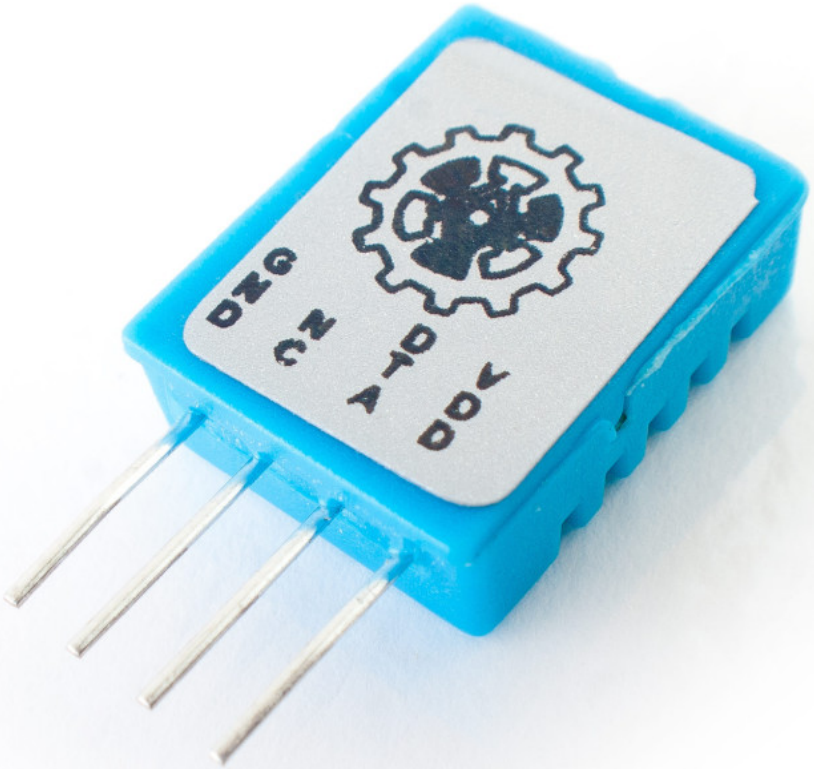


MikroElektronika
DEVELOPMENT TOOLS | COMPILERS | BOOKS

GET IT NOW
http://www.mikroe.com/store/

Interfacciamento sensore DHT11 con PIC18F45K22

By Alberto Trasimeni | Fare Elettronica 343 - Marzo 2014



Nelle applicazioni che richiedono la rilevazione di parametri ambientali,quali temperatura e umidità relativa fare uso di sensori intelligenti semplifica notevolmente il progetto del sistema.

Misurare e controllare il valore della temperatura e dell'umidità relativa trova applicazione in numerosi settori. In commercio sono disponibili sensori in grado di misurare temperatura e umidità contemporaneamente , con conversione delle grandezze analogiche, calibrazione di queste ed interfaccia di comunicazione tutte presenti all'interno del sensore . L'uso di tali sensori, cosi detti intelligenti, semplifica notevolmente la progettazione, riducendo il costo complessivo. Un esempio di questa tipologia di sensori è rappresentata dai sensori della Sensirion SHT1x/SHT7x. Questi sensori sono in grado di misurare sia la temperatura che l'umidità relativa, fornendo uscite digitali completamente calibrate. I sensori SHT1x/SHT7x sono sensori molto precisi, ma con l'inconveniente di essere abbastanza costosi. Questo articolo prende in considerazione il sensore DHT11 della Aosong, che fornisce uscite digitali calibrate per temperatura e umidità, con un costo molto più

conveniente rispetto ai sensori della Sensirion. Il sensore DHT11 utilizza un protocollo 1-wire di tipo proprietario che analizzeremo e implementeremo utilizzando il PIC18f45K22. I valori della temperatura e della umidità verranno acquisiti e visualizzati su un LCD 16×2.Come sistema di sviluppo per il nostro progetto utilizzeremo EASYPIC7 della Mikroelettronica. Lo schema di principio del collegamento per il sensore DHT11 è rappresentato in figura 1.

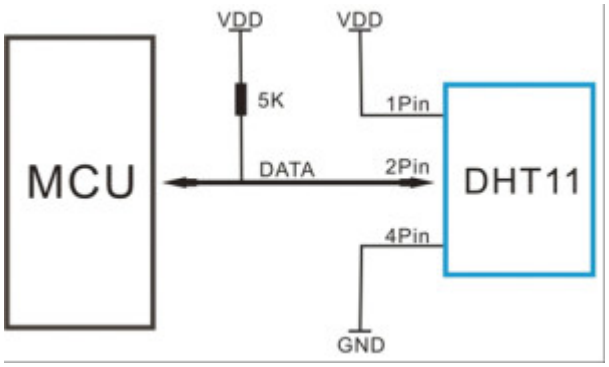


figura 1

Questo sensore include un componente per la misurazione dell'umidità di tipo capacitivo e un NTC per la misurazione della temperatura, si connette a un microcontrollore/microprocessore ad 8 bit che possiede alte prestazioni, è dotato di buona qualità, con tempi di risposta accettabili(considerando i tempi di variazione delle grandezze in misura), con caratteristiche di anti-interferenza ed economicità.

Fisicamente si presenta con un contenitore a quattro pin, di cui usati solo tre: al pin 1 deve essere collegata l'alimentazione, al pin2 una resistenza da 5KΩ(pull-up-dati),al pin4 la massa. Il sensore si presenta nella realtà come in figura2(la numerazione dei piedini va da sinistra verso destra).

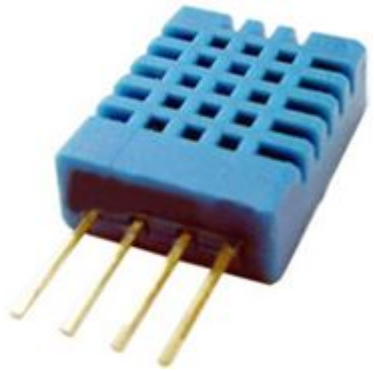


figura 2

Le caratteristiche tecniche generali e quelle specifiche vengono riassunte nelle tabelle sottostanti.

VDD=5V, T = 25°C (salvo diversa indicazione)

Dispositivo	**Condizione**	**Minimo**	**Tipico**	**Massimo**
Alimentazione	DC	3V	5V	5.5V
CorrenteSupply	Assorbita	0.5mA		2.5mA
Corrente	Media	0.2mA		1mA
Corrente	Standby	100uA		150uA

Samplingperiod Secondi 1

Dispositivo	Misura Range	Umidità Accuracy	T emperatura Accuracy	Risoluzione	Contenitore
DHT11	20-90%RH0-50°C	±5%RH	±2°C	1	4 Pin

Parametri	Condizioni	Minino	Tipico	Massimo
Umidità				
Risoluzione		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Ripetibilità			±1%RH	
Accuratezza	25°C		±4%RH	
	0-50°C			±5%RH
Intercambiabilità	Completamente intercambiabile			
Misurazione Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Tempo di risposta(Secondi)	1/e(63%)25°C,1m/s in aria	6 S	10 S	15 S
Isteresi			±1%RH	
Lungo-TermineStabile	Tipica		±1%RH/anno	
Temperatura				
Risoluzione		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Ripetibilità			±1°C	
Accuratezza		±1°C		±2°C
MisuraRange		0°C		50°C

Tempo di risposta(Secondi)	1/e(63%)	6 S	30 S

Al momento in cui viene fornita alimentazione al sensore è necessario aspettare almeno un tempo pari ad un secondo prima di iniziare qualsiasi operazione di comunicazione con esso. Tale tempo è necessario affinché il dispositivo possa attivare in modo corretto tutte le parti hardware presenti in esso, ed in modo improprio, tale tempo può essere definito come tempo di reset o di power-up. Ogni componente del DHT11 viene opportunamente calibrata dal costruttore in fase realizzativa e i coefficienti di calibrazione,sono memorizzati in una memoria OTP interna.Il loro valore viene utilizzato durante il processo di acquisizione. L'interfaccia seriale ad un solo filo, permette di rendere la comunicazione sufficientemente veloce ed integrare nel contempo il sensore, in modo semplice con qualsiasi sistema embedded, basato su microcontrollore/microprocessore.

Le sue piccolissime dimensioni (26.7×17.8mm) ed il suo peso(2.7g) ne consentono l'utilizzo come periferica ideale per piccoli robot e sistemi di monitoraggio ambientale.

L'interfaccia seriale di comunicazione one-wire, possiede un protocollo proprietario(non standard) che permette la comunicazione con il dispositivo, ora analizzeremo tale protocollo.

Dopo il tempo di power-up il dispositivo si pone in modalità stand-by(a basso consumo) ed attende il segnale di Start_Signal. Questo segnale consiste in un livello logico basso della linea dati che duri per un tempo almeno pari a 18ms, per farsi che il sensore lo rilevi, seguito da un livello alto della linea dati, di durata tra i 20µs e i 40µs.Rilevato il segnale di Start-Signal il dispositivo risponde al microcontrollore/microprocessore mettendo la linea dati a livello basso per 80µs per poi portarla a livello alto per altri 80µs.Come riportato in figura3.

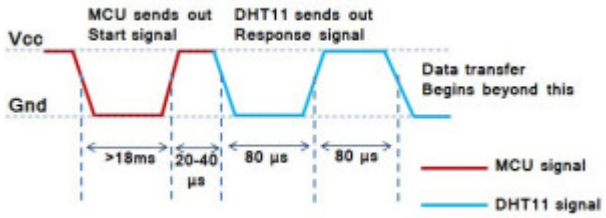


figura 3.

Dopo la risposta del sensore, potrà iniziare la trasmissione dei dati. Ogni bit trasmesso dal dispositivo sarà preceduto da un tempo di 50µs in cui la linea dati si trova a livello basso per poi passare a livello alto. La durata di tale livello dipende dal valore del bit da trasmettere: se il bit è di valore logico "0" il livello alto durerà 27µs,se invece il bit da trasmettere è di livello logico "1" il livello alto durerà 70µs.

La figura 4 mostra la trasmissione del bit di valore logico "0" e del bit di valore logico "1".

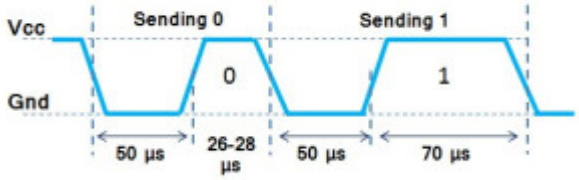


figura 4

I bit trasmessi dal sensore DHT11 in totale sono 40 ed hanno la seguente struttura:

Dati(40-bit)= 1° byte parte intera RH%+2° byte parte decimale di RH%+3° byte parte intera T°+ 4° byte parte decimale T°+5° byte di checksum.

L'ultimo byte, il byte di checksum viene inviato per controllare che la trasmissione dei dati sia avvenuta in modo corretto cioè senza errori. Se tutti i cinque byte sono stati trasferiti con successo, in questo caso il byte di checksum deve essere uguale alla somma dei primi quattro byte, cioè:

CheckSum(8bit)= (1° byte parte intera RH%+2° byte parte decimale di RH%+3° byte parte intera T°+ 4° byte parte decimale T°).

Per il sensore DHT11, la parte decimale dell'umidità e della temperatura sono sempre di valore "0",pertanto solo il primo e terzo byte ricevuti, contengono il valore intero, rispettivamente della temperatura e della umidità relativa percentuale.

Il Protocollo di comunicazione seriale completo è rappresentato nella sua globalità dalla figura 5.

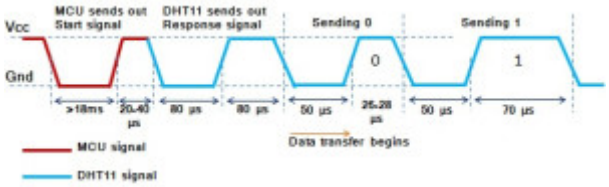


***figura* 5.**

Lo schema di interfacciamento del sensore, perfettamente conforme a ciò che può essere realizzato utilizzando la EASYPIC7 e riportato in figura 6.

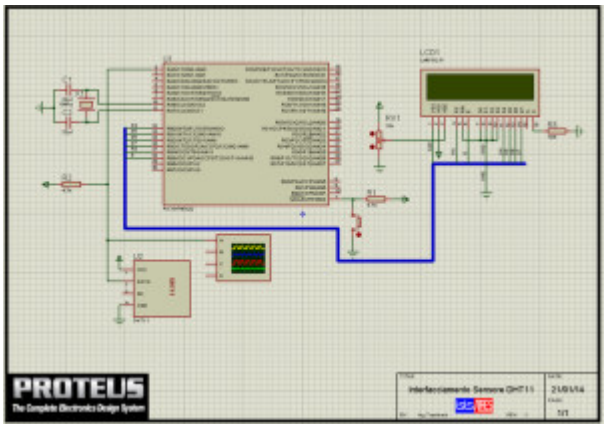


figura 6

Vediamo ora le funzioni più importanti scritte in MikroC(rel 6.01) che permettono la gestione del

sensore che rispettivamente sono:

void StartSensore(void) che permette di fornire il segnale di start al sensore e quindi di iniziare la comunicazione.

unsigned char ControlloRisposta(void) questa funzione permette di leggere la risposta del sensore e quindi di stabilire se la comunicazione è presente o meno.

Unsigned char LeggiByte(void) consente di leggere i cinque byte, cioè la parte intera e frazionaria della umidità relativa percentuale e la parte intera e frazionaria della tempertaura compreso il byte di checksum.

Cominciamo l'analisi della funzione StartSensore(void) il cui corpo è riportato in figura 7.

```
/*****************************************************
 * Nome Funzione:                                    *
 *   <f_nome>                                        *
 * Descrizione:                                      *
 *   <descrizione>                                   *
 * Parametri Input:                                  *
 *   <lista_parametri>                               *
 * Parametri Restituiti:                             *
 *   <lista_parametri>                               *
 * NOTE:                                             *
 *   <note>                                          *
 *****************************************************/
void StartSensore(void)
{
  DataDir = 0;      // linea dati è in output
  Data    = 0;      // linea dati "0"
  Delay_ms(25);
  Data    = 1;      // lena dati "1"
  Delay_us(30);
  DataDir = 1;      // linea dati e in input risposta sensore
}
```

figura 7

Come si nota la linea dati(RA0) viene messa in uscita e successivamente posta a livello logico "0" per un tempo pari a 25ms,dopo tale tempo la linea dati viene posta al valore logico "1" per 30us per poi essere impostata come ingresso aspettando la risposta del sensore, in relazione alle specifiche del costruttore(vedi figura 3).

La funzione che controlla la presenza della risposta del sensore è forse più complessa in quanto deve valutare i tempi che costituiscono tale segnale di risposta e per questo si avvale del timer2.

Il timer2 viene programmato per avere un timeout pari a 255us che ci permetterà di stabilire se il dispositivo sta rispondendo o meno. Il corpo di tale funzione è riportato in figura 8.

```
/*****************************************************
 * Nome Funzione:                                    *
 *   <f_nome>                                        *
 * Descrizione:                                      *
 *   <descrizione>                                   *
 * Parametri Input:                                  *
 *   <lista_parametri>                               *
 * Parametri Restituiti:                             *
 *   <lista_parametri>                               *
 * NOTE:                                             *
 *   <note>                                          *
 *****************************************************/
unsigned char ControlloRisposta(void)
{
  Time_Out = 0;
  TMR2 = 0;
  T2CON.TMR2ON = 1;       // start timer
  while(!Data && !Time_Out);
  if (Time_Out) return 0;
  else
  {
   TMR2 = 0;
   while(Data && !Time_Out);
   if (Time_Out) return 0;
   else
   {
     T2CON.TMR2ON = 0;
     return 1;
   }
  }
}
```

figura 8

La variabile di Time_Out tiene conto del tempo di risposta del dispositivo(l'interrupt del timer2 la setta se sono trascorsi 255us) infatti se la risposta del sensore arriva successivamente al segnale di start e dura a livello logico basso 80us,passa ad analizzare la durata della parte alta di tale segnale, che deve durare anch'essa 80us.Sotto queste condizioni restituisce il valore logico "1" indicando che il dispositivo ha risposto al segnale di inizializzazione. In caso contrario restituisce il valore logico "0" indicando la non risposta del sensore.

Infine la funzione che permette la lettura delle grandezze temperatura e umidità è riportata in figura 9.

```
/*****************************************************
 * Nome Funzione:                                    *
 *   <f_nome>                                        *
 * Descrizione:                                      *
 *   <descrizione>                                   *
 * Parametri Input:                                  *
 *   <lista_parametri>                               *
 * Parametri Restituiti:                             *
 *   <lista_parametri>                               *
 * NOTE:                                             *
 *   <note>                                          *
 *****************************************************/
unsigned char LeggiByte(void)
{
  unsigned char valore = 0;
  DataDir = 1;
  for (i=0; i<8; i++)
  {
   while(!Data);
   TMR2 = 0;
   T2CON.TMR2ON = 1;
   while(Data);
   T2CON.TMR2ON = 0;
   if(TMR2 > 80) valore |= 1<<(7-i);  // se TMR2 > 40us, il dato è 1
  }
   return valore;
}
```

figura 9

La lettura sia della temperatura che dell'umidità avviene bit per bit(ciclo for) e grazie al timer2 possiamo stabilire quando il bit inviato è di valore logico "0"(26-28us) o "1"(70us). I bit vengono inseriti nella variabile valore che verrà restituita dalla funzione a lettura ultimata.

Il firmware completo potrà essere scaricato dal sito dell'editore. Infine voglio ricordare che con opportuno cablaggio(possibilmente utilizzando un cavo schermato) il sensore DHT11 può essere posto ad un distanza di due metri dalla scheda di acquisizione.

Osservazioni finali: Volendo misurare temperatura e umidità con una cifra decimale si può utilizzare il fratello maggiore DHT22,avendo una migliore precisione ed un range più esteso delle grandezze in misura, però con l'inconveniente che rispetto al DHT11 il sensore può essere letto ogni due secondi. Il firmware proposto per il progetto, legge il DHT11 ogni secondo, utilizzando una routine di ritardo fornita dal compilatore. Si sarebbe potuto ottenere lo stesso risultato, ad esempio, impiegando il timer0 per costruire la temporizzazione desiderata.

Elenco componenti	
Sensore	DHT11 della AOSONG
Microcontrollore	PIC18F45K22 della microchip
Resistenza	4.7K pull-up(1/4w)

l'elettronica è qui.

Il nuovo spazio dedicato ai progettisti elettronici e ai makers

IE cloud
www.ie-cloud.it

INWARE EDIZIONI

Il nuovo portale IEcloud mette a disposizione degli utenti numerosi ed interessanti contenuti in tema di elettronica.
Progetti, articoli e news possono essere condivisi nella community e fruiti in tempo reale da tutti i membri.

IEcloud è il portale di riferimento per tutti i professionisti, progettisti, studenti e appassionati di elettronica.

Registrati subito, è GRATIS!

- Centinaia di articoli, riviste, ebook, video, pdf sempre a tua disposizione
- Una community per condividere i propri progetti o per cercare collaborazioni
- Notizie, aggiornamenti ed eventi relativi al mondo dell'elettronica
- Un portale fruibile da qualsiasi dispositivo smartphone, tablet o PC

	FREE	SMART	MAKER	GENIUS
	GRATIS per sempre	€5.99/mese o 59,99/anno	€5.99/mese o 59,99/anno	€7.99/mese o 79,99/anno
Accesso a news ed eventi	✓	✓	✓	✓
Accesso alla community	✓	✓	✓	✓
Accesso ai progetti gratuiti	✓	✓	✓	✓
Accesso ai progetti premium	✗	✓	✓	✓
Accesso a tutte le riviste Fare Elettronica	✗	✗	✓	✓
Accesso a tutte le riviste Firmware	✗	✓	✗	✓
	Registrati	Acquista	Acquista	Acquista

Il Termometro acustico, tra la fisica e l'elettronica

By Giorgio Grimaldi | Fare Elettronica 343 - Marzo 2014

Dopo dimensione e peso, la grandezza certamente più misurata è la temperatura. Oggi la tecnica offre degli strumenti assai sofisticati e precisi, che non lasciano più spazio all'errore. Tuttavia, in ambienti estremamente ostili, i sensori tradizionali presentano dei limiti e si deve optare per tecniche di misura alternative. In questo articolo vediamo come.

La scienza delle Misure

Lo sviluppo delle scienze moderne trae la sua principale motivazione dalla necessità, innata

nell'uomo, di "quantificare" la realtà che lo circonda; una necessità che lo spinge prima a "misurare" e poi a "verificare".

Tutto quanto riguarda questo studio prende il nome di "metrologia", una scienza multidisciplinare che per i suoi scopi si deve confrontare sia con aspetti che spaziano da quelli prettamente teorici (es. fisica di base, matematica e statistica), a quelli di natura più pratica (es. tecnologia meccanica, elettronica), sino ad arrivare alla gestione di processo (es. gestione dei laboratori, analisi costi-benefici).

Il retaggio di questa scienza è antichissimo, e per motivi di natura prettamente economica le prime grandezze ad essere misurate sono state lunghezza e peso.

Dopo la rivoluzione francese si sono creati veri e propri "Enti" atti all'unificazione delle grandezze di misura, il più famoso dei quali oggi è chiamato SI (Sistema Internazionale delle unità di misura).

Dopo lunghezza e peso, la grandezza più misurata è sicuramente la temperatura. Quantificare numericamente il "freddo" o il "caldo" per i precursori della metrologia non fu impresa facile, essa è definita come "grandezza intensiva," ovvero la si misura attraverso un numero scalare.

Lo studio della struttura della materia ha portato alla luce un fenomeno chiamato "espansione termica", ovvero la proprietà della materia di espandere il proprio volume in funzione della temperatura stessa. Proprio sfruttando tale proprietà sono stati realizzati i primi termometri a liquido, dove la temperatura viene quantificata in funzione dell'espansione termica del fluido.

Oggi i metodi di misurazione della temperatura si basano su grandezze elettriche come la resistenza e la differenza di potenziale, basti pensare alle resistenze variabili e alle termocoppie.

In figura 1 è riportato lo schema di funzionamento di una termocoppia: presi due materiali di natura diversa e sottoponendo i giunti di connessione ad un gradiente termico, si genererà una differenza di potenziale proporzionale alla differenza di temperatura.

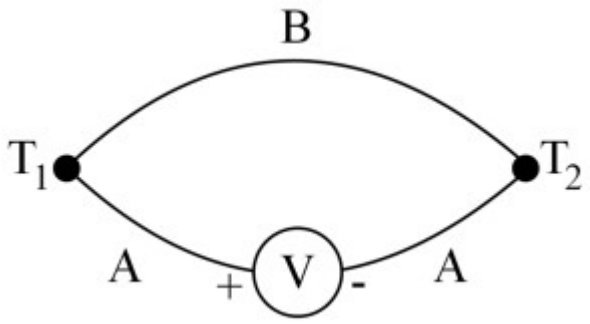


Figura 1: Schema della termocoppia.

Un altro metodo di misura della temperatura consiste nell'utilizzo di un termo-resistore, ovvero di una resistenza il cui valore varia sensibilmente al variare della temperatura. Esistono due grandi categorie di termo-resistori:

- NTC (Negative Temperature coefficient), la cui resistenza diminuisce con l'aumento della temperatura.

- PTC (Negative Temperature coefficient), la cui resistenza aumenta con l'incremento della temperatura.

Attraverso questa breve panoramica si è potuto notare come la temperatura giochi un ruolo di fondamentale importanza nelle grandezze fisiche che costituiscono la struttura della materia.

La relazione tra suono e temperatura

Le difficoltà con cui ogni giorno studiosi e ricercatori devono fare i conti, consiste principalmente nel correlare prima matematicamente e poi fisicamente grandezze di natura diversa, allo scopo di raggiungere l'obbiettivo della ricerca.

Se si pensa al suono come mezzo per effettuare una misura, probabilmente la prima grandezza che viene in mente è la lunghezza. Sono infatti ormai diffusissimi i sensori di prossimità ultrasonici, i quali basando il loro principio di funzionamento sulle onde acustiche riflesse, come il radar, permettono di calcolare la distanza che intercorre tra il sensore e l'ostacolo. In figura 2 è riportato uno di questi trasduttori.

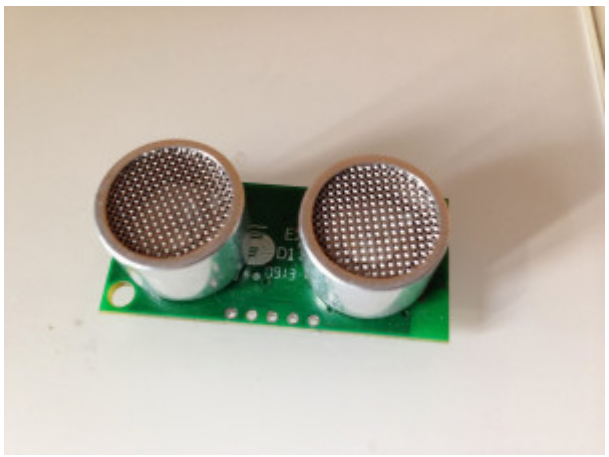


Figura 2 : Trasduttore ultrasonico

L'immagine presenta due cilindri, che hanno rispettivamente la funzione di trasmettere l'onda acustica e di riceverla. In figura 3 è riportato lo schema di funzionamento di questi dispositivi.

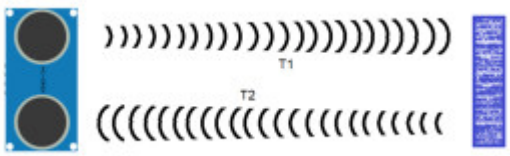


Figura 3: Principio di funzionamento del sensore di prossimità ultrasonico

Dal trasduttore viene emessa un'onda sonora la cui frequenza può variare dalla decina di Hz fino a centinaia di KHz, che dopo il tempo T1 incontrerà un ostacolo; una parte di essa continuerà la propagazione attraverso l'ostacolo ed un'altra parte dell'onda verrà riflessa all'origine. A questo punto attraverso un "microfono" l'onda viene riacquisita dal sensore ed il tempo impiegato per l'andata (T1) e il ritorno (T2), viene prima misurato e poi elaborato, permettendo di ricavare la distanza che intercorre tra il sensore e l'ostacolo. La conversione distanza-tempo si basa sulla nota formula fisica " Velocità = Distanza/Tempo", che in condizioni stabili di umidità e temperatura (0°C) avrà un valore di 330 m/s. Stimando che tale valore rimanga costante, misurando il tempo impiegato tra emissione e ricezione (T1+T2) si può facilmente calcolare la distanza come:

Distanza = Velocità x Tempo

È semplice intuire che più riusciamo a quantizzare l'intervallo di tempo, maggiore sarà la precisione nella misura.

La misurazione "fatta in casa" della temperatura

Quanto detto finora ci fa riflettere sulle condizioni di funzionamento del sistema; infatti la velocità di propagazione del suono è fortemente dipendente dal mezzo attraverso il quale esso si propaga. In generale maggiore è la densità del mezzo più rapidamente il suono si propagherà. Se quindi in un'ampolla di vetro posizioniamo un sensore e creiamo delle condizioni prossime al vuoto, il mezzo risulterà un cattivo conduttore e la velocità di propagazione sarà bassa, rispetto alle condizioni di normale densità dell'aria.

È semplice quindi comprendere come la temperatura, attraverso l'effetto di espansione termica, possa far variare la densità dell'aria all'interno dell'ampolla, creando una differenza nella velocità di propagazione del suono al suo interno.

In figura 4 è riportato un esempio di sensore di temperatura fatto in casa con un barattolo in vetro.

Figura 4: Foto di un sensore di temperatura acustico realizzato artigianalmente

In questa specifica applicazione sarà la velocità la nostra incognita da calcolare; infatti il tempo impiegato fungerà da ingresso alle nostra analisi, mentre lo spazio sarà costante e coinciderà con la lunghezza del barattolo stesso.

L'ultima informazione necessaria per ricavare la temperatura sarà il fattore di conversione tra Δv e ΔT.

Attraverso una legge empirica si conosce la seguente relazione:

$$V = 331{,}4 + 0{,}6T$$

dove con V si indica la velocità del suono [metri/sec] da acquisire , 331,4 sarà la velocità alla temperatura di circa 0°C e T la temperatura da leggere [°C].

In figura 5 è riportata la sezione del barattolo con il trasduttore collocato in prossimità del tappo. Tanto più sarà grande la distanza nota D, determinata dalla lunghezza del barattolo, tanto maggiore sarà la precisione del dispositivo, riducendo notevolmente la possibilità di interferenza tra suono trasmesso e suono ricevuto.

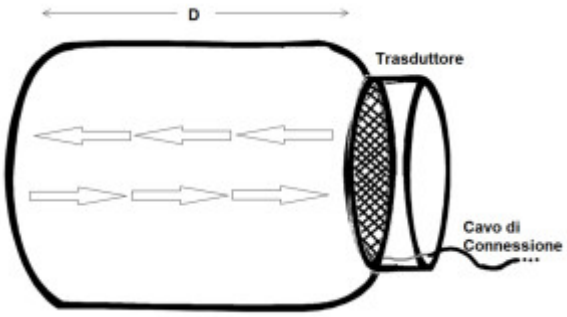


Figura 5: Spaccato del sensore acustico di temperatura.

Implementazione HW per la misura

La realizzazione di un sensore di temperatura di tipo acustico, può essere effettuata in vari modi. Alcuni sensori ad ultrasuoni infatti hanno già a bordo un'elettronica di trasduzione, fornendo in uscita al sensore un valore di tensione compreso da 0,5 e 4,5 V corrispondente alla distanza letta.

Data la sempre più frequente presenza di convertitori analogico/digitali a bordo di microcontrollori anche di fascia bassa, diventa semplice riuscire a leggere i segnali generati da questo tipo di sensori.

Ovviamente in questi casi la risoluzione del sensore dipende dal numero di bit utilizzati per la conversione analogico-digitale: infatti nel caso di un convertitore a 10 bit la risoluzione sarebbe di circa 5 mV per bit, per cui variazioni di tensione inferiori a questo valore non sarebbero leggibili, traducendosi in una scarsa precisione da parte del sensore.

Il discorso cambierebbe notevolmente se volessimo utilizzare un ingresso digitale per l'acquisizione dell'informazione. In Figura 6 è riportato lo schema di principio che permette di acquisire il segnale analogico in forma digitale.

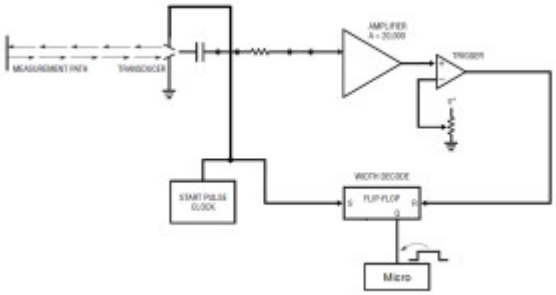


Figura 6: Schema a blocchi per l'acquisizione del segnale dal sensore

Attraverso un generatore di impulsi il trasduttore trasmette un segnale che percorrerà il barattolo, rimbalzerà sul fondo e tornerà indietro nuovamente per l'acquisizione.

Lo stesso segnale inviato al trasduttore sarà spedito all'ingresso di "set" di un Flip-Flop SR impostando un valore alto all'uscita (Q).

L'onda acustica riflessa genererà nel trasduttore un micromovimento, che a livello elettrico si

tramuterà in una differenza di potenziale. Data la piccola intensità di questo segnale è necessario prima amplificarlo, e poi attraverso un trigger trasformarlo in un segnale digitale ben pulito .

Il segnale ottenuto viene inviato all'ingresso di "reset" del Flip-Flop, portando a livello logico basso l'uscita Q.

L'intervallo di tempo in cui Q è stata ad un livello logico alto è lo stesso impiegato dall'onda sonora per "andare e tornare" all'interno del barattolo, ottenendo quindi l'informazione che serviva per il calcolo della velocità e quindi della temperatura.

L'elevato numero di volte al secondo in cui un pin digitale viene acquisito dal micro (MHz), si traduce in una risoluzione nella lettura del sensore altrettanto elevata.

In Figura 7 è riportata l'analisi dei segnali nei vari punti dell'elaborazione HW. Come si può osservare l'impulso di Start attiva il Flip-Flop, mentre dopo la fase di amplificazione e squadratura del segnare di ritorno questo disattiva l'uscita Q.

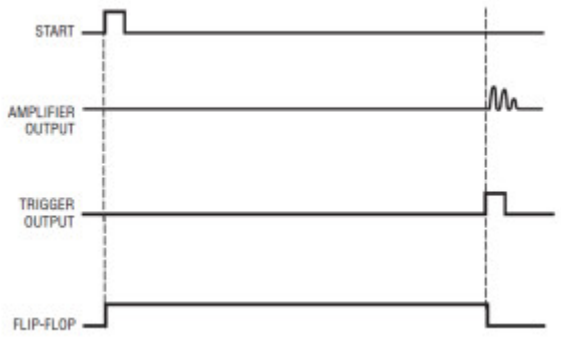


Figura 7: Analisi delle forme d'onda circuitali

Implementazione SW per l'estrapolazione della temperatura

L'analisi delle forme d'onda in figura 7 permette di individuare quali sono le parti del software su cui ci si dovrà principalmente concentrare.

È fondamentale che vi sia una funzione che discrimini non solo lo stato del sistema (livello logico basso o alto), ma anche quando il fronte di salita o discesa ha fatto la sua comparsa, questo per evitare di "perdere" istanti di tempo che potrebbero falsare la misura.

Ovviamente in cima al SW sarà presente un'area dedicata a quelli che sono i parametri di calibrazione del sistema, infatti la geometria e le dimensioni dell'oggetto con il quale si vuole fare la stima della temperatura caratterizzano valori come la lunghezza del barattolo , ed il tempo di percorrenza di esso a 0°C.

Conoscendo la velocità del suono a 0°C, cioè V=331,4 m/s, e supponendo che il barattolo sia lungo 10 cm, il tempo di percorrenza di una singola tratta sarà di circa 0,3 millesimi di secondo. Nell'ipotesi in cui si utilizzi un micro a 16 MHz, il periodo di oscillazione sarà di 62 ns, per cui il numero di cicli necessari per la lettura della temperatura a 0 °C sarà di $(0{,}0003 \times 2)/62{,}5\ 10^{-9}$ = 9600 Cicli.

Avere questa informazione in cicli torna molto utile poiché sarà in tale unità che verrà contato il tempo all'interno del micro.

In figura 8 è riportato un esempio dello schema a blocchi, che rappresenta l'architettura SW necessaria per la lettura della temperatura.

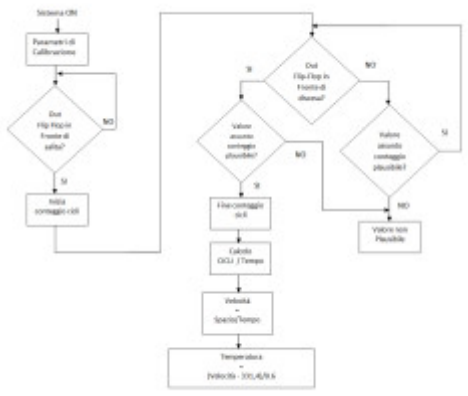


Figura 8: Schema a blocchi dell'architettura SW del termometro acustico

All'accensione del micro la prima operazione da eseguire sarà l'inizializzazione dei parametri del sistema.

L'operazione successiva sarà quella di attendere il fronte di salita del flip-flop, a partire dalla quale inizierà il conteggio del numero dei cicli per la lettura.

Arrivati a questo punto le opzioni sono due:

- dopo N cicli viene acquisito il fronte di discesa;

- dopo M cicli (con M>N) non viene ancora acquisito il fronte di discesa e viene settato l'errore di non plausibilità.

In caso di acquisizione avvenuta, è necessario verificare se il valore letto è fisicamente sensato, ovvero se il numero di cicli N sia maggiore di un numero K (fissato in fase di calibrazione), al di sotto del quale il segnale di ritorno è stato generato da un disturbo esterno al sensore e non dal trasduttore ad ultrasuoni.

Quanto descritto è stato realizzato con due IF annidati, ma dal punto di vista puramente visivo è molto più elegante realizzare un AND logico tra le due condizioni , ovvero:

if (N>=K && N <=M)

Avendo ora la certezza che il sistema abbia acquisito correttamente il segnale, si può procedere con il calcolo della temperatura:

il primo step consiste nel convertire il numero di cicli letti in Tempo, ed in tal caso basta eseguire la semplice moltiplicazione:

Tempo=NumCicli x PeriodoDiScansione.

Segue poi il calcolo della velocità di percorrenza

$$Velocità=Spazio/Tempo$$

dove lo spazio è rappresentato dalla lunghezza del barattolo, infine il calcolo delle temperatura attraverso la formula empirica descritta precedentemente:

$$V = 331,4+0,6T \text{ à } Temperatura = (Velocità+331,4)/0,6.$$

Al termine, nel caso di acquisizione con esito positivo, la visualizzazione del risultato ottenuto potrà essere stampata a display, e in caso di non plausibilità della lettura si potrà riportare a video un'indicazione di errore.

Conclusioni

In questo articolo, attraverso la scrittura di un semplice codice software, si è tentato di connettere degli effetti fisici apparentemente scorrelati come temperatura e suono, riuscendo ad ottenere una lettura termica ricavata da grandezze analogiche acquisite attraverso segnali digitali, senza ricorrere all'utilizzo di alcun convertitore AD.

Attualmente a livello industriale questa tipologia di termometri è molto diffusa, soprattutto in quelle che sono applicazioni dette in "Ambiente Ostile", ovvero tutti quei luoghi dove la misurazione non può avvenire in maniera diretta o in presenza di un operatore per motivi di sicurezza.

Ovviamente quanto descritto in questo articolo non ha la pretesa di voler implementare un sistema di lettura termica industriale, ma sicuramente descrivere quali sono i meccanismi che stanno alla base del funzionamento, e come essi possano essere facilmente riproducibili in casa attraverso oggetti come barattoli in vetro e trasduttori ad ultrasuoni. Riusciremo così ad ottenere con una spesa modesta grandi soddisfazioni, stimolando la creatività dello sperimentatore, che lo porta a "sporcarsi le mani" e a passare notti insonni dietro ad un circuito elettronico, davanti al pc o, come in questo caso, dietro all'elaborazione di un barattolo di olive sott'olio.

PROMOSSO DA:

assodel

Help you to know!

Associazione nazionale fornitori elettronica

15 MAGGIO 2014

MILANO

IX EDIZIONE

CENTRO CONGRESSI MILANOFIORI - ASSAGO (MI)

LUMEN FORTRONIC

an assodel electronics forum

IL FORUM TECNOLOGICO SU LED/SSL

Lumen Fortronic è il riferimento in Italia dedicato ai LED e a tutta la componentistica elettronica per il lighting.

Il forum tecnico di metà anno a puntualizzazione di quanto tecnologicamente proposto da manufacturer e produttori nel SSL.

I CONTENUTI

Un evento in cui approfondire:

- LED e OLED technology: il punto sulla tecnologia
- Lo smart lighting e la sua integrazione nella domotica
- Thermal Management: problematiche e soluzioni della gestione termica nel SSL

IL TARGET

- Produttori "illuminotecnici", Progettisti, System integrator
- Lighting Specialist
- Fornitori di "illuminotronica"
- Buyer

IL FORMAT

- **Mostra convegno area** con conferenze, dibattiti e workshop
- **Community** incontro domanda e offerta
- **Conference** interventi selezionati e dedicati
- **Educational** seminari formativi e tutorial
- **Arena** incontri light rapidi, condotti da esperti

partecipazione gratuita previa registrazione

www.fortronic.it

IN PARTNERSHIP CON:

LpS - LED Professional Symposium & **LED Professional Magazine**

Consorzio Elettrimpex Lumen International

LUMEN CONSORZIO ELINT

INFORMAZIONI / SEGRETERIA:

Tel 02 210.111.236
marketing@fortronicforum.com

an assodel electronics forum FORTRONIC

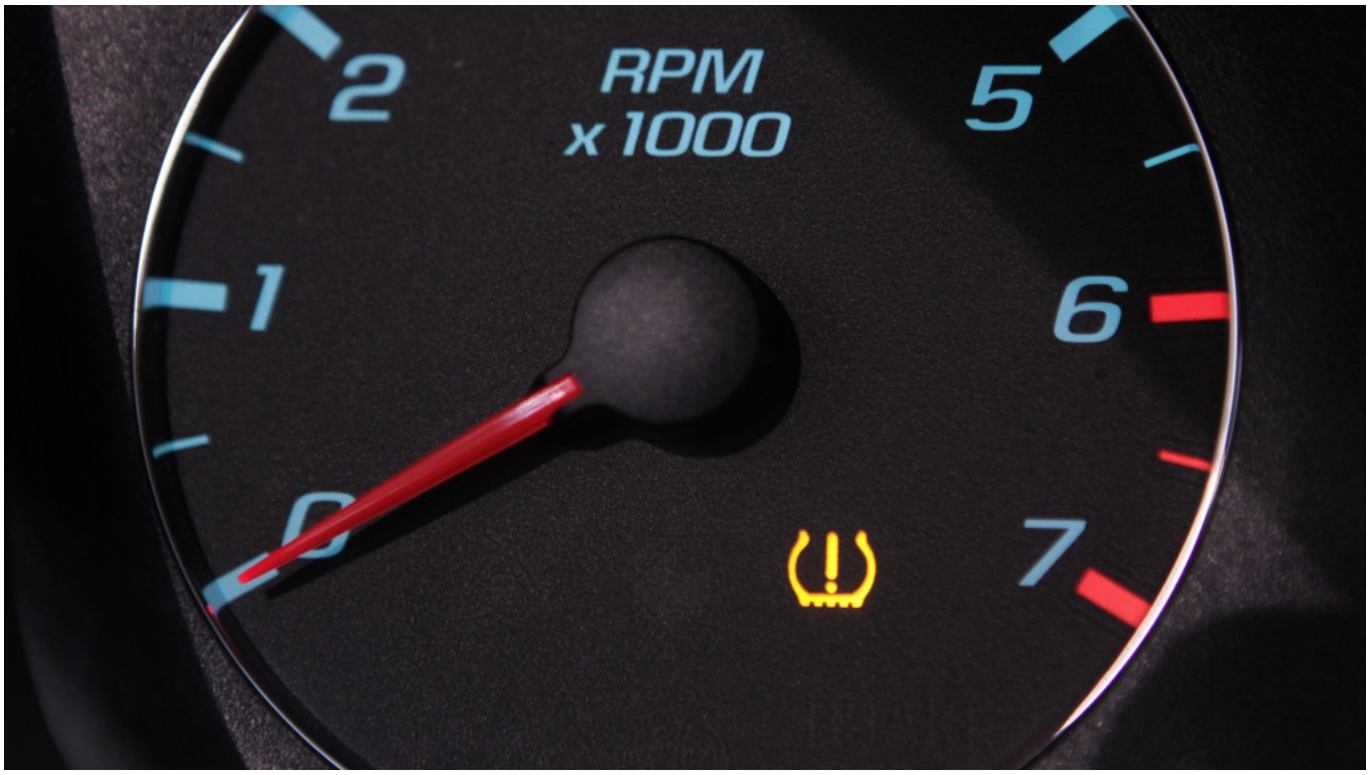
ORGANIZZAZIONE:

Via Console Flaminio 19 - 20134 Milano
Tel 02 210.111.1 - **www.tecnoimprese.it**

TECNO IMPRESE

Monitoraggio della pressione dei pneumatici

By Redazione | Fare Elettronica 343 - Marzo 2014



Il pneumatico è l'elemento che viene montato sulle ruote e che permette l'aderenza del veicolo sulla strada. Per questo motivo è fondamentale che sia monitorata costantemente la sua pressione al fine di prevedere eventuali perdite di aderenza. Ecco dunque come implementare un sistema TPMS.

Un sistema di monitoraggio della pressione dei pneumatici è spesso indicato con la sigla TPMS, acronimo di Tire Pressure Monitoring System. Si tratta di un sistema elettronico progettato con lo scopo di monitorare costantemente la pressione dell'aria presente all'interno dei pneumatici di un autoveicolo. Il sistema è spesso indicato anche con la sigla RTPMS (Remote TPMS). Esistono due tipologie differenti di sensori per la misura della pressione: diretti ed indiretti. I primi forniscono il valore della pressione in tempo reale all'autista dei veicolo, tramite un indicatore, un display grafico o semplicemente con una spia luminosa di allarme. Questo tipo di sistemi impiegano sensori di pressione inseriti all'interno di ciascun pneumatico, con un sistema di trasmissione radio per l'invio delle informazioni ad un'unità centrale.

Figura 1: esempio di sistema TPM.

I TPMS di tipo diretto possono identificare la perdita di pressione delle quattro ruote contemporaneamente (vedi figura 1). I sistemi TPMS indiretti effettuano, invece, la misura della pressione in modo indiretto appunto, monitorando particolari parametri come la velocità di rotazione di ciascuna ruota. Alla base vi è il seguente principio fisico: una ruota sgonfia presenta un diametro inferiore e quindi deve ruotare ad una velocità angolare superiore per percorrere la stessa distanza delle altre. Lo svantaggio principale di questa tipologia di sensori è che non possono rilevare la perdita di pressione sui quattro pneumatici in contemporanea: infatti, se tutte le ruote perdono mediamente la stessa quantità di aria la variazione di velocità tra di esse sarà la stessa. Un altro svantaggio è la necessità di ricalibrare il sistema quando ad esempio si cambia una ruota. Il vantaggio principale di questo metodo di misura è, invece, la semplicità di implementazione: infatti, la misura della velocità è già disponibile grazie a sistemi come ABS (Anti-lock Braking System) ed ESC (Electronic Stability Control). Attualmente, sono stati sperimentati nuovi sistemi che consento di effettuare anche la rilevazione contemporanea dello sgonfiamento degli pneumatici (tramite analisi delle vibrazione o dell'accelerazione), ma questo sistema rimane in generale più complesso proprio a causa del numero maggiore di sensori da utilizzare. Nel presente articolo saranno analizzate le linee guida per l'implementazione di un sistema TPM con sensori di tipo diretto. Oltre alla misura della pressione, sarà effettuata anche la misura della temperatura. Quest'ultimo parametro può essere molto significativo, se combinato con quello di pressione, dello stato del pneumatico.

Composizione del sistema

Le parti principali che costituiscono il sistema sono:
1-il dispositivo di trasmissione;
2-il sensore;
3-l'unità base di ricezione delle misure effettuare.

Dispositivo di trasmissione e sensore (S/TX)

Tipicamente sono utilizzate 5 distinte unità per ogni veicolo, una per ognuna delle quattro ruote e una per la ruota di scorta. Ogni unità è dotata di un numero seriale che permette al sistema di distinguere tra le varie ruote. Quando montato su di un veicolo, il modulo S/TX misura periodicamente la pressione interna delle ruote, nonché la temperatura di ognuna di essere. La

misura effettuata viene poi inviata all'unità centrale tramite segnale a radio frequenza (RF). Il dispositivo di supervisione proposto in questo articolo per implementare il modulo S/TX è il chip della Microchip rfPIC12F675 (vedi figura 2, per il datasheet vedi rif. [8]).

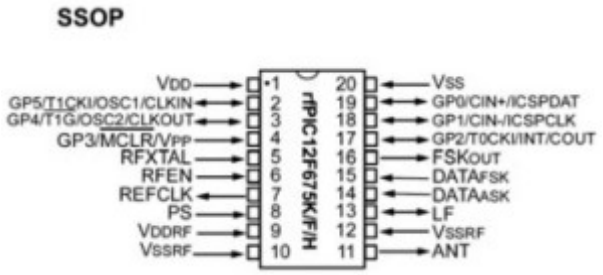


Figura 2: pinout del chip rfPIC12F675 che integra al suo interno un trasmettitore UHF ASK/FSK.

Invece, la misura della pressione e della temperatura viene effettuata mediante il chip della Sensonor (rif. [7]) modello SP-13. La figura 3 riporta un dettaglio del modulo S/TX realizzato interamente con componenti SMD. Quest'immagine mette in evidenza le ridotte dimensioni ed il numero di componenti.

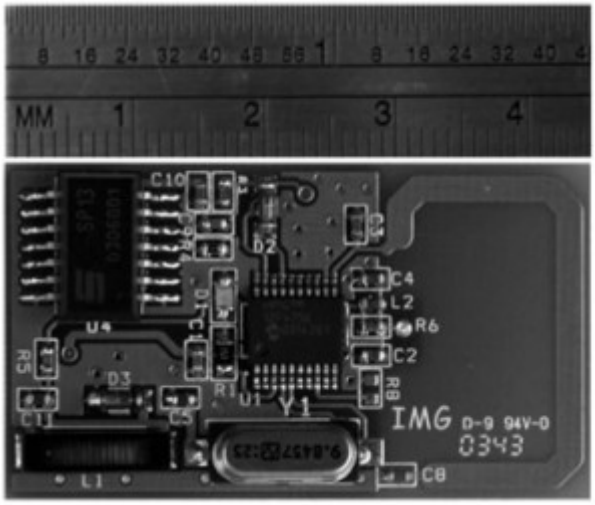


Figura 3: immagine del modulo S/TX realizzato interamente con componenti SMD.

Modulo ricevitore RF

Un'unità centrale è utilizzata per ricevere le trasmissioni di ciascun modulo S/TX. Inoltre, il ricevitore può essere impiegato anche come dispositivo per l'apertura automatica delle portiere, riducendo ulteriormente il costo dell'elettronica.

Trasmettitore RF con rfPIC12F675

Il chip rfPIC12F675 è stato utilizzato come il cuore di tutto il sistema. Questa scelta è stata dettata da diverse motivazioni. Tra queste l'ampia diffusione di questo componente in applicazioni basate su trasmissione RF. Inoltre, il chip è equipaggiato con un oscillatore RC interno che consente di ridurre la componentistica da prevedere esternamente. Sempre in quest'ottica, il componente dispone al suo interno di un trasmettitore a radio frequenza. Infine, rfPIC12F675 integra al suo interno un convertitore A/D che consente di impiegare sensori di pressione e temperatura analogici che sono più economici rispetto agli equivalenti digitali. Riassumendo il PIC utilizzato sul modulo S/TX assolve a tre compiti:

1-monitorare la linea proveniente dal sensore di pressione SP-13;
2-analizzare i dati acquisiti;
3-trasmetterli ad intervalli periodici all'unità centrale.
La figura 4 illustra la circuiteria esterna da prevedere per gestire la trasmissione RF. Il componente più critico è probabilmente l'antenna. Essa è realizzata direttamente sul circuito stampato. Per i dettagli di progetto di tali componente è possibile fare riferimento alla Application Note AN831 della Microchip.

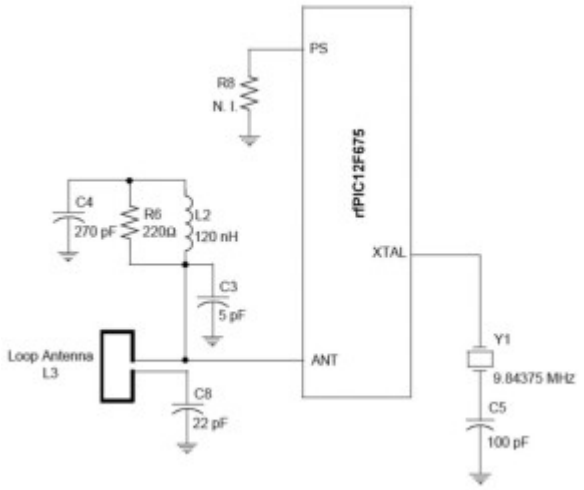


Figura 4: connessioni esterne all'rfPIC per la circuiteria RF.

Ridurre i consumi di potenza

Un aspetto particolarmente critico in queste applicazioni è sicuramente il risparmio energetico. L'obiettivo è sicuramente quello di ridurre al massimo il consumo delle batterie, poiché tali dispositivi non possono essere alimentati tramite la batteria centrale dell'auto, a causa di ovvi problemi di cablaggio all'interno del pneumatico. Per questo motivo, il PIC dopo un fase di configurazione ed inizializzazione eseguita all'accensione, si porta in uno stato di Sleep, riducendo al massimo i consumi. Questa condizione perdura finché non si verifica una variazione di stato sull'ingresso analogico proveniente dall'SP-13. Tale linea può generare un condizione di wake-up, portando il PIC in uno stato Run. A questo punto viene effettua la lettura del valore di pressione e trasmesso all'unità centrale. Successivamente, il micro entra nuovamente nello stato Sleep. Nella figura 5 si trova il progetto completo del modulo TPM.

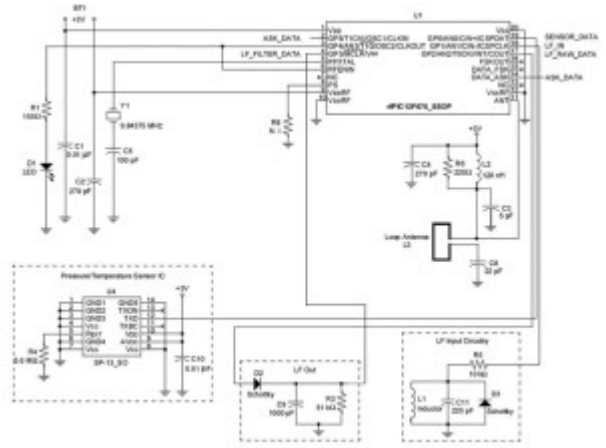


Figura 5: progetto completo del modulo TPM.

Sensore SP-13

Il sensore SP-13 integra al suo interno sia un sensore di pressione che uno di temperatura. La sua particolarità è quella di gestire tali misure secondo 5 modalità a seconda dalla condizioni degli pneumatici:

1 – Storage mode. Se la pressione è inferiore a 1.5bar, il valore è acquisito ogni 60 secondi ma nessun dato è inviato. Se la pressione sale oltre 1.5bar, il componente si porta nella condizione Initial mode;

2 – Initial mode. Questa modalità è applicata all'accensione o se la pressione aumenta oltre 1.5bar. In questo caso i valori acquisiti sono inviati al microcontrollore ogni 0.85 secondi e con la stessa frequenza sono misurati i valori. Questa sequenza è ripetuta 256 volte e poi il dispositivo si porta nello stato Normal;

3 – Normal mode. La pressione è misurata ogni 3.4 secondi ed i dati sono trasmessi ogni 60 secondi. Se la pressione misurata differisce per più di 200mbar rispetto al valore di riferimento acquisito ogni 60 secondi, allora il dispositivo entra nella modalità Alert;

4 – Pressure Alert mode. E' la stessa condizione di misura e trasmissione dello stato precedente;

5 – High Temp Alert mode. Se la temperatura eccede i 120°C, il chip SP-13 entra nello stesso stato di misura e trasmissione della condizione Initial mode. Tutte queste modalità permetto di semplificare notevolmente il firmware all'interno del PIC. Inoltre, il chip è dotato di un numero identificativo a 32-bit, programmato all'interno della sua flash. Tale valore permette l'identificazione dell'intero modulo S/TX e quindi della ruota che ha trasmesso i relativi valori.

Formato di trasmissione dei dati

Il metodo di codifica utilizzato per la trasmissione è definito come 1/3-2/3 PWM. Questo significa che la trasmissione di un bit '1' avviene tramite l'invio di un duty-cycle pari a 2/3, mentre lo zero è codificato con un duty-cycle pari ad 1/3. La figura 6 riporta graficamente il concetto esposto.

	Bits
Preamble	32
Transmitter ID	32
Pressure	8
Temperature	8
Battery	8
Status	8
CRC	16

Figura 6: formato di codifica dei dati.

Il valore di TE è pari a 400µs. Un intero periodo è fatto da 3 TE, ossia 1.2ms. Ogni pacchetto

trasmesso dal modulo S/TX è costituito dai seguenti campi:

1 – Preamble. Serve per la sincronizzazione con il ricevitore;
2 – Trasmitter ID. Serve per associare i valori ricevuti alla ruota che li ha trasmessi;
3 – Pressure. E' il valore di pressione misurato da SP-13;
4 – Temperature. E' il valore di temperatura misurato da SP-13;
5 – Battery. Rappresenta lo stato della batteria del modulo;
6 – Status. E' lo stato trasmesso dal sensore SP-13, come spiegato in precedenza;
7 – CRC. Serve a garantire l'integrità dei dati.

Figura 7: la Porsche 959 è stata la prima automobile ad adottare il sistema per il monitoraggio della pressione delle gomme.

Conclusioni

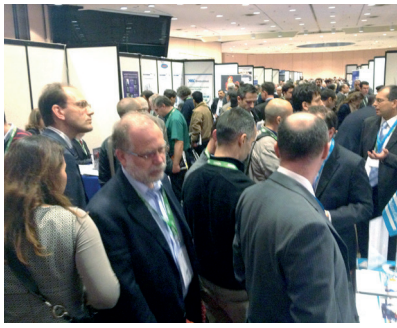
Il progetto esposto non pretende di essere esaustivo di tutte le problematiche che è necessario affrontare nella progettazione di un sistema TPM; l'obiettivo dell'articolo è stato piuttosto quello di fornire la basi teoriche dell'argomento ed alcuni spunti progettuali per muovere i primi passi in un settore, quello dell'automotive, in continua crescita.

Riferimenti

[1] "Low Frequency Magnetic Transmitter Design" Application Note (AN232), DS00232; Microchip Technology Inc.
[2] "Designing Loop Antennas for the rfPIC12F675" Application Note (AN868), DS00868; Microchip Technology Inc.
[3] "Matching Small Loop Antennas to rfPIC Devices" Application Note (AN831), DS00831; Microchip Technology Inc.
[4] "Magnetic Tuning of Resonant Resistors and Methods for Increasing Sensitivity" Application Note (AN832), DS00832; Microchip Technology Inc.
[5] "Optimizing PLL Filters for the rfPIC12C509A and rfHCS362" Application Note (AN846), DS00846; Microchip Technology Inc.
[6] "rfPIC12F675" Data Sheet, DS70091; Microchip Technology Inc.
[7] Sito web Sensonor: http://sni.nextframe.net/index.html
[8] http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70091a.pdf

PREVISTI PIÙ DI 600 OPERATORI QUALIFICATI

SAVE Milano



Anche nel 2014 l'evento verticale di riferimento raddoppia!

Dopo l'eccezionale successo della prima edizione con oltre 700 operatori in visita, il 10 aprile 2014 torna SAVE Milano, mostra convegno verticale di una giornata dedicata ad automazione, strumentazione, sensoristica.

SAVE Milano si affianca al consueto e affermato appuntamento di Verona in programma il 28-29 ottobre 2014.

Il programma prevede:
- ✔ quattro sessioni plenarie in contemporanea
- ✔ una parte espositiva con più di cento aziende partecipanti
- ✔ workshop, seminari, corsi di formazione
- ✔ coffee-break e buffet offerti dagli sponsor

10 aprile 2014

Centro Congressi Milanofiori - Assago (MI)

Sponsored by RITTAL

Registrazione gratuita per gli operatori professionali

www.exposave.com/milano

Supported by GISI Associazione Imprese Italiane di Strumentazione

Organizzato da EIOM Ente Italiano Organizzazione Mostre

Conosci tutto sul WiFi?

By Redazione | Fare Elettronica 345 - Marzo 2014

Come e' stata pensata e sviluppata la tecnologia Wi-Fi? Quali sono le soluzioni tecnologiche che permettono la trasmissione a distanza di grandi flussi di dati in un etere sempre più sovraccarico di utilizzatori?

Il termine Wi-Fi – l'abbreviazione Wireless Fidelity che fa il verso all'audiofilo Hi-Fi- viene usato per riferirsi a dispositivi che possono collegarsi a reti senza fili basate sulla standardizzazione dell' IEEE conosciuta con il codice 802.11 (nella realtà, come vedremo dopo, il nome Wi-Fi e' associato formalmente alla specifica 802.11 b). La tecnologia Wi-Fi consiste di protocolli e soluzioni hardware che danno all'utente la possibilità di scambiare dati ad una elevata velocità, senza utilizzare alcun cavo di rete (wireless), mantenendo quindi una completa libertà di movimento. Lo standard IEEE 802.11 detta le specifiche della tecnologia solo per i livelli più bassi dello strato ISO/OSI (vedi Glossario). Una delle possibili classificazioni di un sistema wireless e' quella che riguarda il range di distanze coperte. Con il termine Wireless PAN (Personal Area Network) vengono indicate piccole reti wireless costituite da un terminale wireless, da una o più periferiche e con estensione uguale o minore ai 30 piedi (circa 10 metri), esempi di queste sono Bluetooth e Zigbee. Con il termine WLAN (Wireless Local Area Network) vengono indicate reti di più terminali wireless (es. notebook o

palmari) con estensione maggiore dei 10 m., ma inferiore alle migliaia di metri. Il termine WLAN si trova spesso come sinonimo di Wi-Fi, la standardizzazione 802.11, come già detto sopra, descrive soltanto la parte più vicina alla trasmissione fisica del Il termine WLAN si trova spesso come sinonimo di Wi-Fi, ma la standardizzazione 802.11, come già detto sopra, descrive soltanto la parte più vicina alla trasmissione fisica delle informazioni, e quindi si può, a giusta causa, parlare di Wi-Fi anche per applicazioni molto diverse dalle reti di PC alle quali siamo abituati (comprese applicazioni embedded molto interessanti ai nostri scopi).

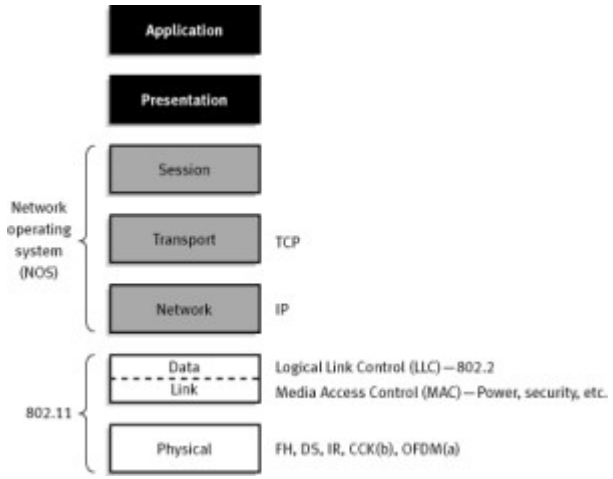


Figura 1: modello ISO

Breve storia del Wi-Fi

La prima sperimentazione di wireless network precede di molto la nascita delle reti Wi-Fi, e addirittura delle stesse reti cablate di tipo Ethernet. Fu nel lontano 1971 che iniziò lo sviluppo da parte dell' Università delle Hawaii della rete Aloha, allo scopo iniziale di collegare gli elaboratori di quattro isole, senza utilizzare costose linee telefoniche sottomarine. Il progetto portò a buoni risultati pratici, ma soprattutto fu una fucina di nuove idee, che negli anni successivi resero possibile lo sviluppo di reti asincrone senza coordinamento centrale, come Ethernet. Nel 1985 la Federal Communication Commission (FCC) statunitense rese disponibili all'uso non licenziato, alcune bande di frequenza molto interessanti (compresa la banda intorno ai 2.4GHz, che fino ad allora era stata dedicata a emissioni non intenzionali in campo industriale) allo scopo di sperimentare su larga scala la comunicazione a spettro esteso (Spread Spectrum). Questo attirò l'attenzione di diverse aziende elettroniche, attive nel campo della grande distribuzione (tra le prime NCR e Symbol Technologies), che provarono a partire da qualcosa di semplice e molto ben maneggiato all'epoca: chip che implementassero la parte bassa dello standard Ethernet (in particolare MAC e PHY), con aggiunta di qualche modifica, per gestire le ovvie differenze tra i mezzi trasmissivi. L'obiettivo immediato per l'epoca, era costruire una tecnologia con adeguata banda, che supportasse la presenza di diversi nodi in un' eventuale rete, che fosse in grado di comunicare attraverso ostacoli anche metallici e potesse essere utilizzata in qualsiasi ambiente di lavoro (anche industriale). Diversi tipi di rete proprietaria incominciarono a prendere piede agli inizi degli anni '90. Con l'andare del tempo, le prime implementazioni si dimostrarono costose e mancanti della minima interoperabilità (non permettevano, cioè, di comunicare con nessun altro sistema prodotto terzo che non fosse dello stesso tipo). Come spesso capita nell' ambito industriale elettronico, il vantaggio commerciale si realizza, dati gli ingenti costi, in presenza di forti economie di scala; queste, però, soprattutto nelle reti di comunicazioni, esistono solo se il numero degli utilizzatori supera una massa critica (con una locuzione tradotta male dall'inglese si parla di 'esternalità' di rete'),, ergo le soluzioni proprietarie si rivelarono, una volta di più, incapaci di fornire il necessario supporto economico allo sviluppo della tecnologia wireless. Di necessità (altrui) fece virtù l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics

Engineers) statunitense, ed elaborò uno standard per la comunicazione wireless. Lo standard venne naturalmente associato ad una delle declinazioni descritte nella macro/classe 802, e gli si diede nome 802.11. Ancora oggi lo standard 802.11 porta con sé, come ogni figlio, somiglianze, limiti e vantaggi del padre originale (Ethernet). In effetti il design originario verteva, oltre che nella proposta di uno strato fisico (PHY) adeguato alle frequenze liberalizzate e al flusso di dati voluto, alla modifica dello strato MAC originale di Ethernet per gestire i vari problemi del mondo wireless (tra i quali, il più importante, l'impossibilità di rilevare collisioni, usando le tecniche di una rete cablata). Le dichiarazioni di intento della standardizzazione prevedevano di:

- creare uno standard globale per reti operanti in una banda libera, senza la necessità di utilizzare alcuna licenza;

- raggiungere la completa Interoperabilità delle apparecchiature;

- rendere l'utilizzo di queste apparecchiature possibile in qualunque parte del mondo;

- creare apparecchiature utilizzabili non soltanto in ambienti interni;

Gli scopi furono raggiunti avendo:

- utilizzo della frequenza dei 2,4 GHz, una banda senza licenza nella quasi totalità dei paesi del mondo e riservata per impieghi industriali, scientifici e medici (ISM) con eventuale adeguamento dei livelli di potenza consentiti in base al paese;

- interoperabilità: lo standard IEEE 802.11, comprende la possibilità, da parte delle stazioni, di operare in due configurazioni: modalità peer-to-peer (direttamente le une con le altre), oppure modalità denominata ad infrastruttura. In questo ultimo caso necessita di un punto di accesso, che permette di far comunicare stazioni wireless con stazioni che si trovavano su LAN cablata (cosiddetto Access Point);

- Utilizzo anche in ambienti esterni: l'ambiente in cui doveva essere localizzata una wireless LAN, non doveva essere il solo ufficio. Lo standard avrebbe permesso di utilizzare la tecnologia wireless in grandi realtà come magazzini, negozi, ospedali e grossi edifici, ma anche in ampi spazi aperti come parcheggi, campus universitari e perfino nelle aree di stoccaggio merci;

Specifiche ed evoluzioni dell' IEEE 802.11

La prima versione dello standard 802.11 venne presentata nel 1997 ("802.11 legacy"): essa specificava velocità di trasferimento comprese tra 0.9 e 2 Mb/s e prevedeva due diversi PHY: quello a raggi infrarossi (IR) o quello radio nella frequenza di 2,4 GHz. La trasmissione infrarosso, anche se prevista in teoria, è sempre stata poco implementata: la maggior parte dei costruttori, infatti, non aveva optato per lo standard ***IrDA,*** per ragioni di velocità, e capacità trasmissive nel campo del prossimo-visibile, preferendo quindi la trasmissione radio. Negli anni successivi, allo scopo di superare i limiti della prima definizione, (soprattutto nei riguardi della larghezza di banda) due gruppi di studio indipendenti in seno all'IEEE proposero due nuovi standard, che miglioravano il throughput della rete usando dei PHY modificati. Quello più conservativo (compatibile con il passat o), come spesso accade, ebbe molto successo e questo portò alla definizione dello standard 802.11b, più comunemente conosciuto con il nome di Wi-Fi (Wireless Fidelity), dal nome del marchio registrato. Oltre al vantaggio della retro compatibilità con il vecchio standard, lo 802.11b ebbe il vantaggio di essere supportato da molte industrie leader nel settore, come Nokia, 3Com, Apple, Cisco System, Intersil, Compaq, IBM, le quali nel 1999 avevano fondato il WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) con l'obiettivo della certificazione, dell'interoperabilità e compatibilità tra i

prodotti. Allo stato attuale, la famiglia di protocolli 802.11 include tre diverse evoluzioni del protocollo iniziale (a, b, g), che implementano diversi strati fisici e quindi migliorano le prestazioni iniziali; il concetto di sicurezza è stato incluso in uno standard a parte, lo 802.11i. Gli altri standard della famiglia (c, d, e, f, h, etc.) riguardano estensioni dei servizi base e miglioramenti di quelli già disponibili. Il primo protocollo largamente diffuso dopo l'implementazione legacy (che come già detto soffriva di alcune limitazioni) è stato il ***b***; nello stesso periodo fu sviluppato il 802.11 ***a,*** che sfruttava bande di frequenza molto diverse e quindi perdeva la compatibilità con il passato, ed infine il protocollo ***g*** che e' una sintesi dei punti di forza di entrambi.

Caratteristiche dei vari protocolli

IEEE 802.11 classica

E' la prima versione dello standard 802.11. Venne presentata nel 1997; specificava velocità di trasferimento comprese tra 0.9 e 2 Mb/s e prevedeva tre PHY possibili: i raggi infrarossi (IR) o le onde radio nella frequenza di 2,4 GHz, usando in alternativa una tecnica di frequency hopping spread spectrum(FHSS) oppure una di Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS); le differenze nella larghezza di banda (1 o 2 Mbps) derivano dall'uso, a basso livello, di due modulazioni differenti: differential Binary Phase Shift Keying (BPSK) oppure Quadrature Phase-Shift Keying (QPSK) con differente contenuto informativo di ogni simbolo trasmesso (1 bit per Baud per BPSK e 2 bit per Baud per QPSK). Lo strato MAC è un evoluzione dello standard CSMA/CD, il Carrier Sense Multiple Access con Collision Avoidance (CSMA/CA) e nella pratica è rimasto immutato in tutte le altre declinazioni di 802.11.

IEEE 802.11 b (Wi-Fi)

802.11b ha la capacità di trasmettere al massimo 11Mbit/s, e per raggiungere questo scopo usa una versione modificata dello strato PHY, con una segnalazione DSSS molto diversa dalla precedente e molto più complessa (a volte citata come High Rate – DSSS), che implementa delle tecniche di pre-codifica dei dati trasmessi, allo scopo di avere allo stesso tempo affidabilità della trasmissione e aumento della larghezza di banda. Il primo produttore commerciale a utilizzare il protocollo 802.11b è stato Apple Computer, con il marchio AirPort, il primo produttore per IBM compatibili è stato Linksys.

IEEE 802.11 a

Questo standard utilizza lo spazio di frequenze nell'intorno dei 5 GHz e opera con una velocità massima di 54 Mb/s, sebbene, nella realtà, la velocità reale disponibile all'utente sia di circa 23 Mb/s. Questo standard non ha riscosso i favori del pubblico, dato che usando una banda di frequenze diverse perdeva la compatibilità con il 802.11 classico, ma anche perché in molti paesi l'uso delle frequenze a 5 GHz è tuttora riservato. In Europa lo standard 802.11a non è stato autorizzato all'utilizzo, dato che quelle frequenze erano riservate alla Wi-Fi europea, HIPERLAN; solo a metà del 2002 tali frequenze vennero liberalizzate e quindi si poté utilizzare l'802.11a.

IEEE 802.11 g

Questo standard venne ratificato nel giugno del 2003. Utilizza le stesse frequenze dello standard 802.11b (cioè la banda di 2,4 GHz) e fornisce una banda teorica di 54 Mb/s, che nella realtà si traduce in una throughput tipico di 19 Mb/s, simile a quella dello standard 802.11a. È totalmente compatibile con lo standard b, ma quando si trova a operare con periferiche b, deve ovviamente

adottare delle precauzioni per poter comunicare con le vecchie stazioni e per non interferire con il loro traffico.

Il primo grande produttore a rilasciare schede con le specifiche ufficiali 802.11g, fu nuovamente Apple, che presentò i suoi prodotti “AirPort Extreme”. Cisco decise di entrare nel settore acquistando Linksys, e fornì i suoi prodotti con il nome di “Aironet”.

Tecnologia Wi-Fi

Come già accennato, l’implementazione dello standard 802.11 da parte di IEEE, ha usato come punto di partenza Ethernet. In effetti la 802.11 descrive soltanto i due strati più bassi dello stack ISO/OSI, quelli che sono cioè indispensabili per l’implementazione e il mantenimento di una comunicazione wireless. Relativamente al layer datalink (layer 2), quindi, l’unica parte veramente modificata e’ il MAC, mentre il LLC e’ esattamente quel 802.2 usato in Ethernet (in effetti per come e’ naturale che sia, visto che 802.2 e’ praticamente un protocollo a sé stante, focalizzato sulle ‘necessità dei layer superiori’).Ci concentreremo, qui, sulla parte fisica (PHY) e le sue differenti implementazioni nelle evoluzioni dello standard, e sullo strato MAC, che nella pratica e’ sempre lo stesso per tutti i vari 802.11x.

Strato Medium Access Control (MAC)

Il compito dello strato MAC è garantire la possibilità di accedere al mezzo trasmissivo (radio nel caso che ci interessa), usando strategie che minimizzino la probabilità di collisioni tra messaggi inviati da sorgenti diverse. Infatti, data la difficoltà tecnica, la bassa affidabilità ed il costo di avere un network di stazioni sincronizzate tra loro, fin dagli albori del networking si è lavorato per costruire reti fatte di stazioni asincrone senza coordinamento centrale; questo, se da un lato migliora gli aspetti citati, porta però con sé la necessità di un qualche algoritmo distribuito che eviti situazioni in cui stazioni provino a trasmettere insieme e si disturbino l’una con l’altra. Nella Ethernet Wired (*not-switched* per la precisione) il criterio implementativo è il ben noto CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect*), nel quale i tentativi di trasmissione vengono effettuati, mentre allo stesso tempo un circuito di rilevazione delle collisioni controlla che nessun’ altra stazione stia trasmettendo. A collisione avvenuta, le stazioni coinvolte attendono un tempo casuale, scelto con un algoritmo detto di *backoff esponenziale*, tempo che aumenta o diminuisce con le sequenze di collisioni rilevate. Si può chiaramente intuire come tutto questo sia possibile poiché in un mezzo fisico, come un cavo coassiale o un doppino twisted pair, una collisione porta con sé una particolare condizione elettrica (indicativamente possiamo dire che si trova la presenza di un valor medio di tensione diverso da zero e superiore ad una certa soglia, che per il tipo di modulazione del segnale usata (*Manchester*) è impossibile con una trasmissione non corrotta). In un sistema Wireless questo è molto più complesso da realizzare e intrinsecamente poco efficace, quindi la scelta è di usare un **CSMA/CA** (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*). Ciò significa che si cerca, con diverse strategie, di limitare il numero di collisioni. Quello che si fa è:

- nell’header di ogni frame inviato sulla rete vi è un indicatore della durata del frame stesso; le stazioni riceventi settano attivo il loro “segnale di portante virtuale” (nella terminologia 802.11 è chiamato NAV) sino allo scadere del tempo di occupazione indicato; un NAV attivo (leggi “diverso da zero”) ha il significato di “mezzo occupato non trasmettere”;

- un pacchetto di livello due molto breve (ACK), viene usato per confermare la ricezione di ogni singolo frame sulla rete; la mancata ricezione di questo è interpretata come “Collisione Avvenuta”: viene applicato il protocollo di backoff esponenziale per attendere il momento giusto di ritrasmettere;

- viene usato un meccanismo di prenotazione del mezzo, attraverso due pacchetti brevi (RTS/CTS); questo minimizza le problematiche dei nodi nascosti (nodo che sente la sorgente, ma non il ricevente e il contrario) poiché prevede un'attività trasmissiva preparatoria da parte di entrambe le stazioni che vogliano comunicare;

Il MAC qui descritto è in pratica immutato in tutte le implementazioni dello standard 802.11.

Strato Fisico (PHY)

Già detto che l'interesse intorno all'uso del wireless nacque con la liberalizzazione della banda ISM intorno ai 2,45 GHz da parte di FCC; nella realtà le raccomandazioni da parte di FCC furono sull'utilizzo, in quelle bande di tecniche di trasmissione a Spettro Espanso (Spread Spectrum). di cosa si tratta? Le tecnologie sfruttate nella realizzazione di comunicazioni wireless sono sostanzialmente due: Narrowband e Spread Spectrum.

- La prima è vincolata dal fatto che gli utenti sfruttano frequenze radio ben definite, limitando le emissioni di potenza ad una banda molto ridotta; la tecnologia necessaria alla comunicazione è molto semplice ed economica, ma la robustezza alle interferenze in banda è bassa;

- La seconda, invece, diffusa nella realizzazione di WLAN (e non solo Wi-Fi), utilizza una banda molto maggiore di quella strettamente necessaria al segnale modulante, ma ha il vantaggio di: essere estremamente più robusta alle interferenze, essere intrinsecamente robusta contro intercettazioni della comunicazione, ma soprattutto di avere meno energia trasmessa per frequenza. Di contro le stazioni sono più complesse (e costose) dovendo risultare sempre opportunamente sincronizzate tra loro, altrimenti il segnale viene "visto" come un rumore di fondo e, in più, devono essere capaci di estrarre il segnale RF su bande più ampie.

L'implementazione della tecnologia Spread Spectrum nell'ambito del Wi-Fi è diversa a seconda dello standard usato**,** in generale si può affermare che (guardare la tabella in alto) tutte le implementazioni ricadono in una delle tre tecniche citate sotto:

- **FHSS** (*Frequency Hopping Spread Spectrum*): Il segnale trasmesso con la modalità FHSS è caratterizzato dal fatto che la frequenza di trasmissione si modifica costantemente nel tempo, secondo una ben definita sequenza pseudo casuale e l'intero spettro è suddiviso in canali trasmissivi (79 canali larghi 1 MHz ciascuno, in particolare per 802.11 legacy). Questa sequenza è calcolabile usando lo stesso seed (seme), sia dalla stazione trasmittente che da quella ricevente; quindi, a patto di usare lo stesso periodo di permanenza in un canale, il ricevitore può agganciarsi al segnale trasmesso e seguire i salti, mentre allo stesso tempo decodifica i frame inviati;

- **DSSS** *(Direct Sequence Spread Spectrum*): Ogni singolo bit del dato da trasmettere è moltiplicato per una sequenza di valori (nel caso *802.11 classico*, una sequenza di 11 valori detta di Barker) in cui ogni elemento della sequenza è detto chip. Il risultato della moltiplicazione è usato come segnale trasmesso. Quello che si ottiene è che il tempo di trasmissione di un bit nella sequenza originale sarà usato, dopo la moltiplicazione, per trasmettere una sequenza di N chip; ovviamente la trasmissione dovrà avere una frequenza N volte più alta (allargamento della banda del segnale). Alla ricezione la stazione interessata, conoscendo la sequenza usata dalla sorgente, effettuerà la stessa operazione per estrarre dal segnale RF la sequenza di bit modulante nella banda più stretta. Pertanto l'effetto macroscopico è che moltiplicando il segnale a banda larga ricevuto per la sequenza di chip, l'energia distribuita sullo spettro espanso viene 'pressata' in una banda più stretta (quella della sequenza originale di bit), mentre allo stesso tempo ogni eventuale disturbo a banda stretta, essendo

statisticamente poco correlato alla sequenza di chip, ha la sua energia spalmata casualmente nella banda ristretta e con effetto trascurabile sul segnale. Si ha un cosiddetto *spreading gain,* un miglioramento del rapporto S/N dovuto all'uso furbo di una banda più grande di quella strettamente necessaria al throughput dei dati.

- **HR-DSSS***(High Rate – Direct Sequence Spread Spectrum*): E' un'evoluzione del DSSS, nella quale non vi è una sequenza di Barker che moltiplica il segnale originale, ma in realtà si usano tecniche di pre-codifica dei dati (come CCK e PBCC) per ottenere baud rate più alte.

- **OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) :** Come si può immaginare, con questa tecnica il segnale dati viene modulato, usando una baud rate più bassa, su diverse frequenze molto vicine tra loro (sottoportanti) che trasportano contemporaneamente parti dell'informazione; il problema è che se fatto in una maniera tradizionale questo porta ad uno spreco eccessivo di banda, dovuto al fatto che per avere un'interferenza bassa le frequenze usate non possono essere troppo vicine e ad un aumento del costo dell'apparato ricevente, che deve estrarre il segnale da tante sottoportanti.

Il trucco è quindi quello di usare l'ortogonalità delle trasmissioni su frequenze diverse (detto in parole povere, l'indipendenza e la capacità di coesistere senza interferire), per avere trasmissioni senza eccesive bande di guardia tra le sottoportanti (quindi senza spreco) e usare in maniera massiccia tool matematici "aggressivi" (Fast Fourier Transform) per estrarre i segnali ricevuti sulle diverse frequenze, in maniera sostenibile per la potenza di calcolo dei micro attuali;

Riservatezza in Wi-Fi

La maggior parte delle reti Wi-Fi non prevede alcuna protezione da un uso non autorizzato. Questo è dovuto al fatto che, all'atto dell'acquisto, le impostazioni predefinite non impongono all'utente l'utilizzo di nessun metodo di protezione (di conseguenza l'utente medio non le modifica o per ignoranza o per comodità). Questo ha portato al proliferare, in zone urbane, di un numero considerevole di reti private liberamente accessibili. A volte accade di utilizzare reti altrui senza autorizzazione, se esse hanno un livello di segnale più forte della propria. Questo comporta problemi di sicurezza nel caso vengano trasmessi dati sensibili o personali (numeri di carte di credito, numeri telefonici, coordinate bancarie). Le Wlan possono essere soggetti a numerosi attacchi:

- **"Eavesdropping"**: Attraverso questo attacco un malintenzionato potrebbe intercettare e decodificare i segnali radio, utilizzando apparecchiature semplici quanto quelle usate per accedere alla lan stessa.

- **"Jamming"**: si verifica quando si provocano accidentalmente o intenzionalmente delle interferenze, rendendo praticamente inutilizzabile il canale di comunicazione.

- **"Injection e attacchi Man in the Middle":** In una connessione wireless è possibile immettere dei dati ad una connessione esistente, in questo modo è possibile sia dirottare che inviare dati e comandi senza permesso.

Nello standard 802.11 l'unico mezzo di protezione progettato è il WEP (Wired Equivalent Privacy), un algoritmo di crittografia che, per problemi di gestione e di implementazione, è praticamente inservibile. Il Wep è stato progettato con un'unica chiave statica che deve essere utilizzata da tutti gli utenti, e cambiarla continuamente è praticamente impossibile. Un aggressore, semplicemente intercettando soltanto un segmento di traffico di rete, è in grado di ricostruire completamente la

chiave. I limiti del WEP sono così seri, da aver trasformato in una vera e propria moda l'attività di caccia alle reti wireless insicure (il "Wardriving"), per sfruttarle sia come accesso gratuito ad Internet (a insaputa del proprietario) oppure, nei casi peggiori, come ponte per sferrare attacchi completamente anonimi. Questi continui problemi e le continue lamentele da parte degli utenti del WI-FI, avrebbero di certo, a lungo andare, compromesso l'ulteriore sviluppo del Wi-Fi. Lo standard, infatti, fu aspramente criticato dai mass-media, dal settore dei prodotti commerciali e dalla maggior parte degli addetti ai lavori del settore della sicurezza informatica, proprio per la mancanza di adeguate specifiche per la sicurezza. Nella speranza di riuscire a risolvere i problemi di sicurezza e ridurre i rischi connessi con l'attuale infrastruttura 802.11, lo IEEE (assieme ai partner commerciali e a quelli del mondo accademico) ha preparato il protocollo 802.11x. Oltre agli obbiettivi riguardanti l'infrastruttura, sono stati affrontati principalmente i problemi di sicurezza, inclusa la crittografia e l'autenticazione. Il nuovo protocollo permetterà di avere una crittografia continua dei nodi, effettuata grazie a diverse chiavi segrete, colmando uno dei problemi del WEP. Mentre per quanto riguarda l'autenticazione, questa avverrà in modalità duale, invece di un semplice processo handshake client-to-server; il tutto avverrà tramite uno schema client-to-server, server-to-client. Anche se questa soluzione non offrirà una protezione a tutti i tipi di attacco elencati precedentemente, rappresenta comunque un passo importante verso la costituzione di un sistema più sicuro. Per sopperire ai problemi del WEP sono stati introdotti i protocolli ***WPA*** ed il ***WPA2,*** che offrono livelli di sicurezza maggiori. Per avere un livello di sicurezza maggiore è però necessario implementare sistemi di autenticazione ad un livello della pila ISO/OSI superiore. Essi possono essere: l'autenticazione basata su Radius server, la creazione di tunnel PPPoverEth o di VPN crittografate. Ovviamente il miglior metodo di protezione rimane contenere la propagazione delle onde radio dove non siano necessarie. Ciò si può attuare limitando via software la potenza di trasmissione, oppure utilizzando antenne con un lobo di radiazione indirizzato esclusivamente alle zone in cui si richieda la connettività.

Logo Wi-Fi e certificazione

Un dispositivo, anche se conforme alle specifiche IEEE 802.11, non può utilizzare il logo ufficiale Wi-Fi se non ha superato le procedure di certificazione stabilite dal consorzio Wi-Fi Alliance (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), che testa e certifica la compatibilità dei componenti wireless con gli standard 802.11x (della famiglia 802.11). La presenza del marchio Wi-Fi su di un dispositivo dovrebbe quindi garantirne l'interoperabilità con gli altri dispositivi certificati, anche se prodotti da aziende differenti.

Conclusione.

Per i bassissimi costi della tecnologia, il Wi-Fi è la soluzione principale per il digital divide, che esclude numerosi cittadini dall'accesso alla banda larga. Wi-Fi è usato da anni in tutto il mondo per portare connettività veloce nelle zone isolate e nei piccoli centri. Negli USA (laddove l'UMTS si è rivelato un fallimento), si è sperimentata anche un'integrazione con la telefonia mobile; il Wi-Fi dovrebbe sostituire le vecchie antenne ***GSM/GPRS/UMTS***, con una nuova rete, in grado di dare le velocità sperate e i servizi di videotelefonia. Ci sono prospettive di integrare fonia fissa e mobile in un unico apparecchio, che con lo stesso numero sia in grado di funzionare come telefono fisso, se utilizzato nel raggio di 300 metri da casa; oltre i 300mt da casa deve poter funzionare come un normale cellulare. Grazie al Wi-Fi, anche i centri più piccoli hanno spesso possibilità di accesso veloce ad Internet, pur non essendo coperti da ADSL. In molti sostengono che i dispositivi Wi-Fi

sostituiranno i telefoni cellulari e le reti GSM. Nel futuro più prossimo, fattori che costituiscono ostacoli a questo fatto sono di seguito: l'impossibilità del roaming e delle opzioni di autenticazione (802.1x, SIM e RADIUS), la limitatezza dello spettro di frequenze disponibili e del raggio di azione del Wi-Fi. Come sempre questa è solo un'introduzione ad un argomento quanto mai vasto che vuole stimolare la curiosità ad approfondire i vari argomenti, magari usando i riferimenti citati in calce.

Riferimenti

- http://en.wikipedia.org/wiki/ALOHAnet I segreti di Aloha, la mamma di tutte le reti asincrone.

- http://it.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11 pagina di Wikipedia su standard IEEE 802.11

- http://www.wi-fi.org/ Sito Web Ufficiale della Wi-Fi alliance

- http://www.ieee802.org/11/ sito ufficiale IEEE 802

- http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html specifiche nel sito IEEE

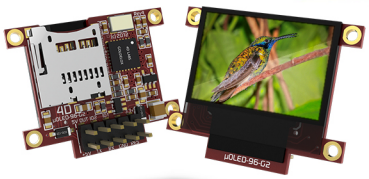
4D SYSTEMS
TURNING TECHNOLOGY INTO ART

ENTRA NEL MONDO DEI DISPLAY INTELLIGENTI

da 4D Systems disponibili su Elettroshop i display uOLED e uLCD

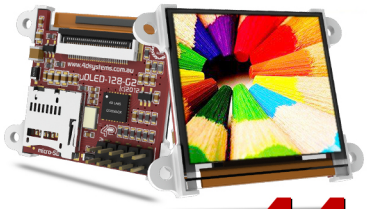
Sviluppare applicazioni con i display grafici touch screen non è mai stato così semplice!
Con tutti i modelli, l'ambiente di sviluppo Visi Genie permette di creare applicazioni senza scrivere codice.

OLED 96x64 - 0.96"



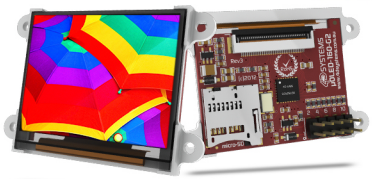
€ 36.00

OLED 128x128 - 1.5"



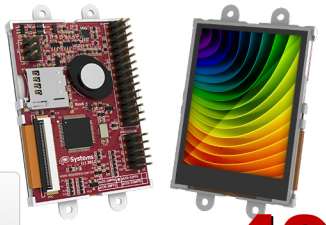
€ 44.00

OLED 160x128 - 1.7"



€ 52.00

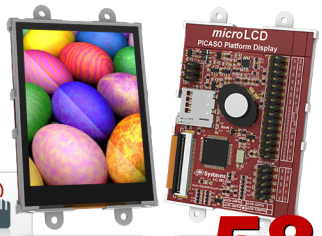
LCD 240x320 - 2.4"



Touch Screen
First touch screen security system

€ 49.00

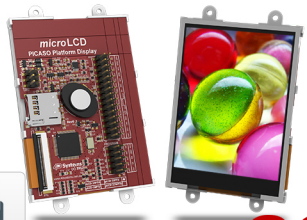
LCD 240x320 - 2.8"



Touch Screen
First touch screen security system

€ 58.00

LCD 240x320 - 3.2"



Touch Screen
First touch screen security system

€ 63.00

LCD 480x272 - 4.3"

Touch Screen
First touch screen security system

€ 111.00

LCD 480x272 - 4.3"
capacitive touch

Touch Screen
First touch screen security system

€ 159.00

TOLED 128x60 - 2.0"
Transparent

Touch Screen
First touch screen security system

€ 143.00

elettroshop.com
brilliant electronics since 1998

FREE Shipping

Inserisci il codice coupon
U4423P4MUY6HU
nel tuo ordine, la spedizione è GRATIS!

PER INFORMAZIONI CHIAMA LO 02/66504794 O VISITA WWW.ELETTROSHOP.COM

Trovaci su facebook. twitter

Monitoraggio di tensione

By Maurizio Del Corso | Fare Elettronica 343 - Marzo 2014

Semplice e versatile IC per il monitoraggio della tensione di alimentazione in circuiti con architettura a microprocessore e non solo.

L'integrato che andiamo a presentarvi è un semplice dispositivo per il monitoraggio della tensione di alimentazione di un circuito. Quando si verifica un power-failure, ad esempio per un malfunzionamento dello stadio di alimenatzione, oppure in caso di blackout, il cambiamento dell'uscita del dispositivo comunica questo evento ad un microprocessore (o ad un controller dedicato), cosicché la procedura, prevista per queste evenienze, possa essere attivata in tempo. Ecco allora che il microprocessore può decretare l'immediato backup dei dati ed iniziare lo spegnimento del sistema, oppure decidere di commutare la sorgente di alimentazione dalla rete elettrica a quella a batterie. Le possibili applicazioni segnalate dalla MAXIM, alcune delle quali trattate nel seguito, sono: *mP Voltage Monitoring, Undervoltage Detection, Overvoltage Detection, Battery-Backup Switching, Power-Supply Fault Monitoring e Low-Battery Detection*.

Descrizione

Il MAX8212 è un IC ad 8 pin (solo 5 di questi sono effettivamente utilizzati) realizzato in tecnologia CMOS micropower dalla MAXIM, che lo commercializza con cinque package differenti (PDIP, 8 SO, 8 mMAX, 8 CERDIP, 8 TO-99) e nelle versioni commerciale, industriale e militare (0/70°C, -40/+85°C e –55/125°C).

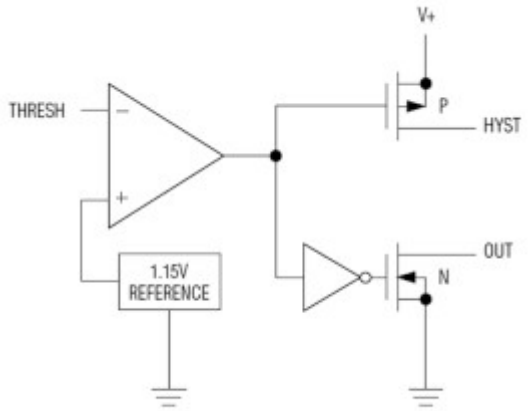


Figura 1: schema a blocchi del MAX8212.

In **figura 1** è riportato il suo schema a blocchi: sostanzialmente è costituito da un comparatore, un riferimento di tensione a 1,15V, uno stadio di uscita realizzato con un MOS a canale N in configurazione open-drain, e da un MOS a canale P per la retroazione positiva. Il funzionamento è semplice: quando sul pin di soglia THRESH è presente una tensione inferiore a quella di riferimento, l'uscita del comparatore è alta e ciò mantine in interdizione i due MOS. Al contraio, se il livello su THRESH risulta superiore agli 1,15V, i due MOS risulteranno contemporaneamente in conduzione. Ecco che allora la linea di uscita OUT viene posta a GND, mentre quella HYST alla tensione di alimentazione (V+). HYST è la linea di feedback che consente la realizzazione dell'isteresi, accorgimento questo che assicura una maggiore immunità al rumore. Senza l'isteresi infatti, e in presenza di fluttuazioni della tensione di alimentazione, si potrebbe manifestare una continua commutazione dell'uscita che, potenzialmente, causerebbe instabilità al sistema. L'impiego di qualche resistenza esterna consente la scelta dell'ampiezza di questa isteresi, nonché la collocazione delle due soglie upper e lower (rispettivamente V_U e V_L).

Esempi applicativi

Una tipica configurazione di base per la segnalazione sia dell'overvoltage che dell'undervoltage è visibile in **figura 2**.

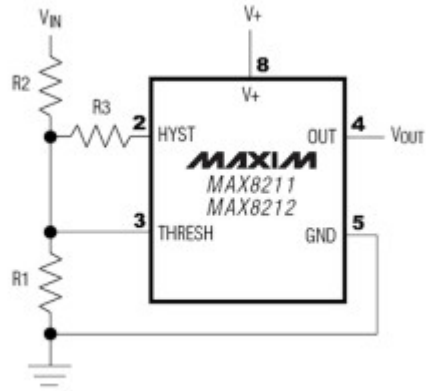


Figura 2: circuito di base per l'overvoltage/undervoltage.

La scelta delle resistenze deve essere fatta in base alle seguenti formule di progetto e al range di valori consentito dalla tecnologia CMOS (10KW-10MW):

1-assegnare un valore conveniente ad R1;

2-calcolare il valore di R2 usando la formula : R2 = R1 x (V_U – 1,15)/1,15 (si ottiene ricavando la tensione sul pin THRESH (qui pari a 1,15V) usando il partitore di tensione a V_{IN}, che qui coincide con V_U, e tenendo conto che in questa circostanza R3 è isolata - P-MOS interdetto);

3-calcolare il valore di R3 usando la formula : R3 = R2 x (V_L – 1,15)/ (V_U – V_L) (si ottiene eguagliando la somma delle correnti su R2 ed R3 a quella che circola in R1, dal momento che qui R3 è come connessa all'alimentazione – V_{IN} qui coincide con V_L).

Si ricorda che V_U e V_L sono quei valori della tensione di alimentazione che fanno da margini alla finestra dell'isteresi. Osservare come R3 sia inversamente proporzionale all'ampiezza di questa finestra. A titolo di esempio, se desideriamo una V_U=4V e V_L=2V (quindi V_U – V_L = 2V) possiamo definire R1=10KW, scelta che automaticamente comporta una R2=24,8 KW. Volendo scegliere tra i possibili valori della serie di reistenze E12, assegneremo ad R2 il valore più prossimo, quindi 27KW. Riferendoci al valore teorico di R2 calcoliamo R3 fino ad ottenere 10,5KW, quindi il valore commerciale è, anche per questa resistenza, pari a 10KW. Riassumendo abbiamo ottenuto: R1=10KW, R2=27KW, R3=10KW. Questi valori comportano i seguenti livelli di tensione nominali ed effettivi: V_U = 4,25V – V_L = 1,98V e quindi V_U – V_L = 2,27V. Nulla vieta, ovviamente, di ottenere valori più prossimi a quelli desiderati, impiegando altri valori di resistenza e/o uno più resistori in serie e tolleranze più piccole possibili. A titolo di completezza, in **figura 3** è mostrato un altro schema tipico che vale la pena considerare: un semplice circuito per il controllo del Low-Voltage della tensione di alimentazione (V_{IN}).

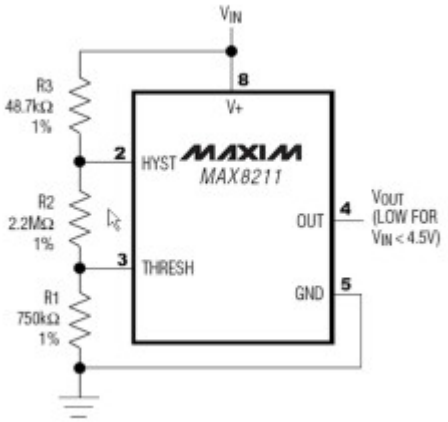


Figura 3: schema di un Low-Voltage Detector.

Qui però si impiega un IC diverso, anche se del tutto simile al MAX8212 che ne condivide il datasheet, siglato dalla MAXIM MAX8211. Schematicamente quest'ultimo differisce leggermente dal primo in quanto la sua uscita risulta essere invertita (manca la porta NOT all'ingresso dell'N-MOS). Dal punto di vista elettrico l'uscita dell'IC in esame (MAX8212) ammette una corrente di sink massima pari a 50mA, ben superiore ai soli 7mA del MAX8211. Queste uscite possono benissimo essere semplicemente impiegate per l'accensione di un led di segnalazione, in circuiti come gli indicatori di stato del livello batteria. La **figura 4** ne riporta una possibile e semplice configurazione, con o senza isteresi (in funzione della presenza o no della resistenza R3).

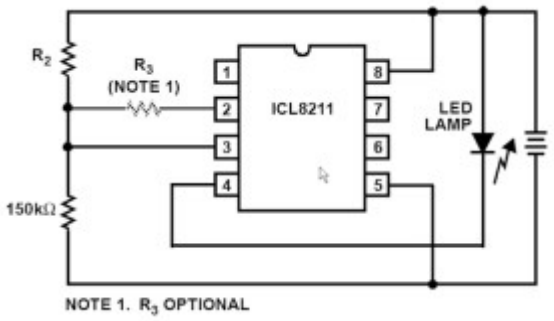


Figura 4: semplice circuito per l'indicazione del livello batteria.

Il circuito in figura può essere adottato in sistemi a microprocessore a 5V: i valori scelti per le

resistenze consentono la commutazione dell'uscita da 1 a 0 logico nel momento in cui la tensione di alimentazione va sotto i 4,5V e, grazie al valore di R3, un'isteresi di ampiezza di circa 75mV. Questo fronte di discesa allora, può essere impiegato per la generazione di un interrupt che attivi la procedura prevista in caso di sottoalimentazione. In **figura 5** viene riportata la curva caratteristica dei due monitor-voltage configurati per il funzionamento in Voltage Detector con isteresi.

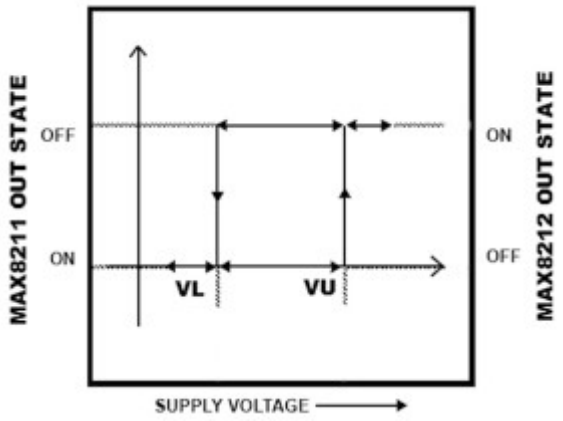


Figura 5: curva di risposta con isteresi.

Si ricorda che l'uscita del MAX8212 è attiva bassa, questo significa che nello stato ON la linea OUT viene portata a massa dall'N-MOS. Ovviamente la tensione da monitorare può esser diversa da quella che alimenta lo stesso integrato, come nel caso dei sistemi funzionanti con più di una tensione di alimentazione. A questo proposito la **figura 6** mostra una semplice circuito che segnala il passaggio della tensione di input (opportunamente ridotta dal partitore R1-R2), per il valore di riferimento interno pari a 1,15V.

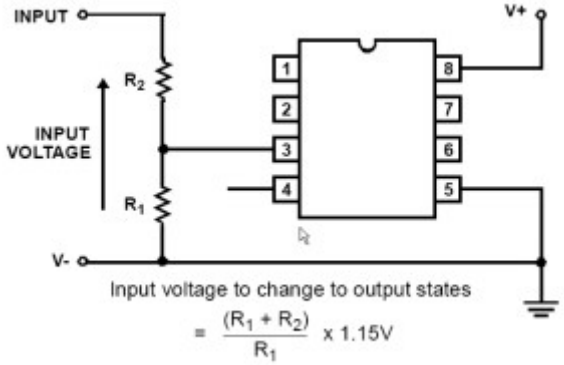


Figura 6: semplice Voltage Detector a singola soglia.

La risposta tipica di questa configurazione è visibile in **figura 7**, dove il segnale sinusoidale è quello effettivamente presente al pin del THRESH (piedino 3).

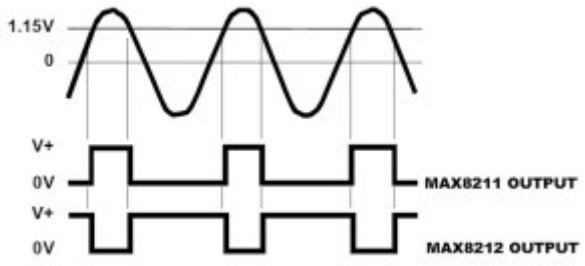


Figura 7: risposta del Voltage Level Detector con soglia a 1,15V.

Entrambe le versioni dell'IC (MAX8211/8212) possono essere impiegate per le più diversificate applicazioni, sia in coppia che a solo: precisi regolatori di tensione, zener a tensione variabile, *high supply voltage dump* (circuiti di protezione che disconnettono l'alimentazione in caso di overvoltage) eccetera. Per maggiori informazioni si consultino i datasheet della coppia MAX8211/8212 e ICL8211/8212. Quest'ultima rappresenta la versione (obsoleta) in tecnologia bipolare, di gran lunga superata dalla versione CMOS finora trattata. Oltre a mantenere la piedinatura, la coppia MAX8211/8212 introduce notevoli vantaggi, essendo realizzata in tecnologia CMOS: corrente di alimentazione notevolmente inferiore (5mA tipico), possibilità di utilizzo di resistenze con più alto valore (10KW-10MW), riferimento di tensione interno più preciso, tensione di alimentazione massima più alta (18V), bassa corrente di leakage di istersi (3mA massimi) eccetera.

NEWS

By Maurizio Del Corso | Fare Elettronica 343 - Marzo 2014

Modulo controllore di rete Wi-Fi compatto operante in dual mode

Murata ha annunciato l'introduzione di un controller di rete certificato Wi-Fi che permette di aggiungere la connettività a Internet a un'ampia gamma di elettrodomestici, apparecchiature per automazione industriale e dispositivi medicali. Compatto e in grado di operare autonomamente, il modulo SN8200 è conforme allo standard 802.11b/g/n che utilizza la banda a 2,4 GHz e sfrutta l'architettura di WICED (Wireless Internet Connectivity for Embedded Devices) di Broadcom Corporation per rendere disponibili un'ampia gamma di funzionalità software e firmware tra cui un supplicant (ovvero un software presente sul client che si occupa del processo di autenticazione 802.1x) per la sicurezza Wi-Fi che supporta WPA PSK e WPA2 PSK, stack di rete TCP/IP e un protocollo di interfaccia SNIC (Simple Network Interface Card) che supporta le connessioni con il socket.
Di dimensioni pari a 30,5 x 19,4 x 2,9 mm, il modulo SN8200 è certiticato FCC e IC ed è conforme agli standard wireless ETSI: esso integra un microcontrollore STM32 con core ARM Cortex-3 di STMicroelectronics e un'antenna, oltre a connessioni UART o SPI con l'applicazione host.
Grazie alle interfacce per ADC, DAC, I2C e GPIO è possibile utilizzare il modulo in tutte quelle applicazioni che prevedono la presenza di sensori.
SN8200 può operare in modalità AP (Access Point) o STA (Station) mode. Un Web server integrato disponibile in modalità AP semplifica il setup e il controllo del dispositivo target. Nel funzionamento in modalità 802.11b a 11 Mbps la potenza di uscita è pari a +18 dBm (valore tipico).
Questo nuovo modulo è ideale per I progettisti che vogliono integrare in modo rapido la connettività a Internet nei loro prodotti finali senza doversi preoccupare di sviluppare e certificare i propri transceiver Wi-Fi. Grazie a questo approccio è possibile aggiungere funzioni di controllo e reporting basate su Internet a qualsiasi elettrodomestico "intelligente" o apparato di controllo industriale.

Percorsi di luce al Fuori Salone di Milano

Nella settimana dall'**8** al **13 aprile 2014**, l'area industriale di Milano nord-est si trasforma in **Ventura Lambrate**, un vivace distretto creativo realizzato in concomitanza con il **Fuori Salone** e avente come obiettivo quello di presentare nuove idee, talenti internazionali, installazioni e mostre

legate al mondo del design.

Giunta alla sua quinta edizione, Ventura Lambrate ospita un centinaio di espositori in un'area di circa **13.000 m2,** con un passaggio previsto di circa 80.000 visitatori.

IL LABORATORIO DEL LED LIGHTING

Quest'anno, l'illuminazione a LED avrà un posto di rilievo in Ventura Lambrate.
Il network **Italian Lighting Designers**, in collaborazione con **Assodel** *(Associazione italiana fornitori elettronica),* con il patrocinio di **APIL** *(Associazione dei professionisti dell'illuminazione),* presenta un percorso volto alla promozione della "cultura della luce" pressopresso **LedLab**, il laboratorio del Solid State Lighting, in Via Console Flaminio 19.

L'obiettivo è quello di creare un vero e proprio laboratorio dove poter sentire e provare gli effetti benefici della luce creata con la tecnologia LED.

NaturaLed, questo il nome dell'esposizione temporanea, è un percorso pensato per guidare i visitatori, attraverso la luce, nelle meraviglie create dall'interazione tra uomo e natura. In una sorta di dialogo, la luce varia attraverso una combinazione di diverse intensità e cromie, modificando la dimensione e la percezione dello spazio. Quattro le installazioni esposte:

. Leaves on the wall:
Lo spettacolo della natura che germoglia spontaneamente sulle pareti esterne, così NaturaLed attrae le persone dalle diverse zone della città alla location.
Leaves on the wall, con poche immagini, richiama le forme della natura e della vita con cambiamenti che portano l'osservazione in diverse dimensioni. Non solo le forme, ma anche la sovrapposizione di colori, riconducono ai topos propri della vita.

2. Underbrush:
La vegetazione iridescente che cresce sotto terra conduce all'ambiente dell'esperienza, punto focale di NaturaLed.
Si tratta di un'installazione astratta, che rimanda attraverso colori e forme alle sensazioni di luce che si possono provare in un cupo sottobosco. Il gioco visivo e le sensazioni sono determinati dalla scelta del colore e della loro disposizione negli spazi. Il blu è, secondo molte teorie "idealistiche", il colore della profondità, della lontananza e delle tenebre: è questo colore fa da sfondo all'ambientazione. Il verde richiama la natura e l'immagine della vita; le luci ambra alludono infine ai raggi del sole che filtrano fino a raggiungere il sottobosco.

3. How Old Are you?
Prima installazione dell'ambiente dell'esperienza, il potere della luce si rivela: come l'aspetto del volto può cambiare, a seconda della direzione e del colore della luce.
Un volto, un tessuto, un oggetto, possono apparire in mille modi differenti a seconda della luce che li illumina e della posizione ed inclinazione della fonte luminosa rispetto al soggetto illuminato. In questa installazione, il visitatore potrà vivere in prima persona la dinamicità di atmosfere che inducono variazioni percettive e valutazioni sempre nuove di un soggetto unico. Ogni viso apparirà

“segnato dal tempo”, “radioso”, “teatrale”, “misterioso”, grazie al solo utilizzo di un delicatissimo strumento: la luce.

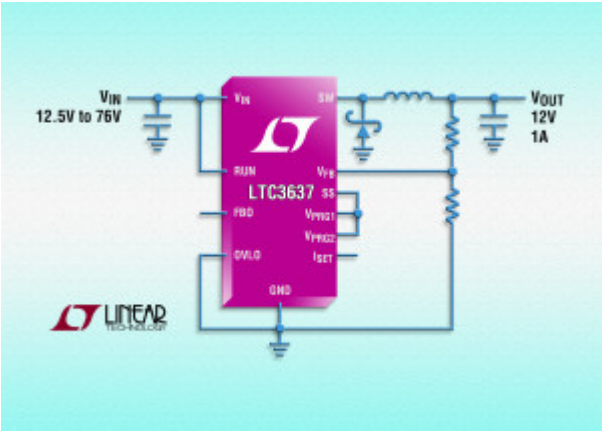
4. Daylight Interaction:
Questo è l’ambiente dove la luce prende forma. L’installazione rievoca la dinamicità unica della luce naturale, che varia d’intensità e colore nel fluire del giorno e che, con il suo mutare, influisce sullo stato di benessere delle persone.

Sono partner dell’iniziativa per la realizzazione delle installazioni: **Clay Paky, DGA, iMoon, Luxia** e **Reggiani Illuminazione**.

Oltre alle installazioni del network Italian Lighting Designers, LedLab presenta un’esposizione di prodotti di illuminazione a LED in una gallery dedicata.

Maggio informazioni alla pagina www.ledin.it

Convertitore buck da 76V e 1A



Linear Technology annuncia l’LTC3637, un convertitore buck sincrono ad alta efficienza con ingresso di 76V che fornisce fino a 1A di corrente di uscita continua. Funziona in un range di tensioni di ingresso da 4V a 76V ed è quindi ideale per le applicazioni di telecomunicazioni, industriali, avioniche e automotive. L’LTC3637 si basa su un design in current mode sul valore di picco programmabile al fine di ottimizzare l’efficienza su un ampio range di correnti di uscita. Offre un livello di efficienza massimo del 90% e richiede solo 12µA di corrente di riposo, con conseguente ottimizzazione della durata della batteria. La limitazione della corrente di uscita programmabile dall’utente può essere impostata da 100 mA a 1 A come richiesto dall’applicazione. L’LTC3637 può essere programmato con tensioni di uscita fisse di 1,8V, 3,3V o 5V o un partitore resistivo per programmare le uscite da VIN a 0,8V. Il package MSOP con funzionalità termiche avanzate dell’LTC3637 offre la spaziatura supplementare tra i pin richiesta per gli ingressi ad alta tensione. La combinazione tra package MSOP o DFN e soli quattro componenti esterni di piccole dimensioni fornisce una soluzione altamente compatta per un’ampia gamma di applicazioni. L’LTC3637 utilizza un MOSFET di potenza interno da 350mΩ che consuma solo 12µA in assenza di carico e offre funzionalità di regolazione della tensione in uscita, quindi risulta particolarmente adatto per le applicazioni a batteria con alimentazione continua. Grazie all’elevata stabilità del convertitore, non è necessario aggiungere compensazione esterna, cosa che semplifica la progettazione e riduce al minimo l’ingombro della soluzione. Ulteriori caratteristiche sono il preciso riferimento di tensione di 0,8V +1% e il soft-start interno o esterno.
I prezzi della versione LTC3637EMSE con package TSSOP a 16 conduttori e della versione LTC3637EDHC con package DFN,partono da $3,20/cad. Le versioni industriali – LTC3637IMSE e LTC3637IDHC – sono testate e garantite per il funzionamento a temperature operative di giunzione da -40°C a 125°C con prezzi a partire da $3,52/cad. Le versioniautomotive – LTC3637HMSE e LTC3637HDHC – sono testate e garantite per il funzionamento a temperature operative di giunzione da -40°C a 150°C con prezzi a partire da $3,77/cad. Infine, sono disponibili le versioni ad elevata affidabilità LTC3637MPMSE e LTC3637MPDHC per applicazioni militari, testate e garantite per

temperature di giunzione comprese tra -55°C e 150°C, al prezzo di $9,50/cad. I prezzi si riferiscono a quantità di 1000 pezzi. Tutte le versioni sono disponibili a magazzino. Per maggiori informazioni, visitare la pagina www.linear.com/product/LTC3637